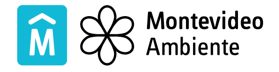
MANUAL DE VERMICOMPOSTAJE

CÓMO RECICLAR NUESTROS RESIDUOS ORGÁNICOS

Año 2018



Trabajo de elaboración conjunta:

- Equipo Técnico de Educación Ambiental (ETEA), Departamento de Desarrollo Ambiental de la Intendencia de Montevideo (IM).
- Unidad de Montevideo Rural, del Departamento de Desarrollo Económico de la IM.
- Departamento de Sistemas Ambientales, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República.

Intendente de Montevideo: **Daniel Martínez.**
Director Gral. del Departamento de Desarrollo Ambiental: **Fernando Puntigliano.**
Secretario General: **Fernando Nopitsch.**
Prosecretario General: **Christian Di Candia**
Coordinador del Equipo Técnico de Educación Ambiental: **Carlos Mikolic.**

Equipo editor y de redacción

- Ing. Carlos Mikolic
Coordinador del Equipo Técnico de Educación Ambiental
Departamento de Desarrollo Ambiental
Intendencia de Montevideo

- Ing. Silvia Ruffinelli
Equipo Técnico de Educación Ambiental
Departamento de Desarrollo Ambiental
Intendencia de Montevideo

- Mag. Beatriz Dárdano
Equipo Técnico de Educación Ambiental
Departamento de Desarrollo Ambiental
Intendencia de Montevideo

- Lic. Biol. (Mag.) Gabriella Jorge Escudero
Unidad Demostrativa de Compostaje
Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía, Udelar

- Ing. Agrónoma Isabel Andreoni
Directora de Unidad de Montevideo Rural
Departamento de Desarrollo Económico e Integración Regional
Intendencia de Montevideo

- Ing. Agrónomo Alberto Gómez
Unidad de Montevideo Rural
Departamento de Desarrollo Económico e Integración Regional
Intendencia de Montevideo

- Ing. Agrónomo Daniel Basile
Planta de Tratamiento de Residuos Industriales (Tresor)
Departamento de Desarrollo Ambiental
Intendencia de Montevideo

Participación

- Ing. Carlos Mikolic
- Ing. Silvia Ruffinelli
- Mag. Beatriz Dárdano
- Arq. José Caramelo
- A. S. María del Carmen Gentini
- Lic. T.S. Silvia Dianis
- Prof. Andrés Fernández
- Ayte. de Arq. Gustavo Martínez
- Tec. Sanitario Eduardo del Ruso
- Gustavo Sánchez
- M. Téc. Alvaro Soto
- Téc. Adm. Verónica Peigonet
- Lic. Ana Lucía Mary
- Josefina Villarmarzo
- Rodrigo Rivero
- Yuleisi Santucho
- Yesica Vallejo
- Marcela Rondoni
- Analía Olivera

Agradecimientos por su contribución:

- Centro Uruguay Independiente (CUI), Sr. Jorge Solari.
- Centro Barrio Peñarol, espacio de vermicompostaje y vivero.
- Centro Cultural de España (CCE), huerta urbana en la azotea, Jardín Cultural Dinámico, Arq. Any Paz y Tec. Áreas Verdes Mariana Lotitto.
- Escuela de Jardinería, espacio de vermicompostaje.
- Espacio Lombriz Urbana, criadero experimental. Directora y educadora Lucía Curti.
- Facultad de Agronomía, Unidad Demostrativa de Vermicompostaje.
- Facultad de Ciencias, espacio de vermicompostaje y huerta orgánica.
- Hogar de ancianos Schiaffino, espacio de vermicompostaje y huerta urbana.
- Lic. Biol. Alex Ferreira, del Centro Cultural La Fraterna.
- Fernando Muñoz, Lombriplus, empresa familiar de cría de lombrices.
- Técnico en Jardinería Aurelio Enciso.
- Municipio C, espacio de vermicompostaje y propagación.
- Vivero del Centro de Desarrollo Local (Cedel) de Carrasco Norte, Huerta Urbana de Montevideo.

TABLA DE CONTENIDOS

1 INTRODUCCIÓN.................................07

2 VERMICOMPOST O HUMUS DE LOMBRIZ Y DERIVADOS

2.1. Qué es el vermicompost o humus de lombriz..............................10

2.2. Té de humus y humus líquido....12

2.3. Qué es la lombricultura y para qué sirve..12

2.4. Qué es una vermicompostera, vermiabonera o lombricompostera.15

2.5. Algunos modelos de vermicomposteras............................16

3 PARA QUÉ Y POR QUÉ COMPOSTAR

3.1. Beneficios de compostar (*in situ*)............................28

3.2. Aplicación de los productos del vermicompostaje..............................31

4 DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA VERMICOMPOSTERA........................33

4.1. Requerimientos para el buen funcionamiento de la vermicompostera..............................34

4.2. Pasos para poner en funcionamiento continuo una vermicompostera..............................36

4.3. Caso de vermicompostera alimentada exclusivamente con yerba, té y café..................................36

4.4. Consideraciones en función de los lugares donde se instalará la vermicompostera:

4.4.1. A nivel urbano.....................40

4.4.2. Establecimientos agropecuarios: chacras y granjas..................41

4.4.3. Establecimientos industriales de pequeña escala..................41

5 ALIMENTACIÓN DE LA VERMICOMPOSTERA

5.1. Cuál es la materia orgánica vermicompostable............................42

5.2. Cuidado y alimentación de las lombrices...47

5.3. Relación carbono/nitrógeno óptimas para el proceso de compostaje..49

6 VERMICOMPOST: ¿CUANDO ESTA PRONTO? COSECHA, CURADO, TAMIZADO Y ENVASADO...................52

7 CÓMO MANTENER UN AMBIENTE SANO, SEGURO, Y AGRADABLE.......56

7.1. Cómo evitar la presencia de plagas y mal olor................................56

7.2. Cómo acelerar el proceso de descomposición.................................57

8 PREVENCIÓN EN CUANTO A SALUBRIDAD Y MANIPULACIÓN......59

9 OTRAS CONSIDERACIONES DE INTERÉS...60

9.1. Semejanzas y diferencias entre vermicompost y compost................60

9.2. Diferencia entre vermicompostaje y fermentación 62

10 CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA....63

11 GLOSARIO...64

12 FUENTES DE INFORMACIÓN

12.1. Bibliografía y links consultados..69

12.2. Entrevistas realizadas para recabar información..........................71

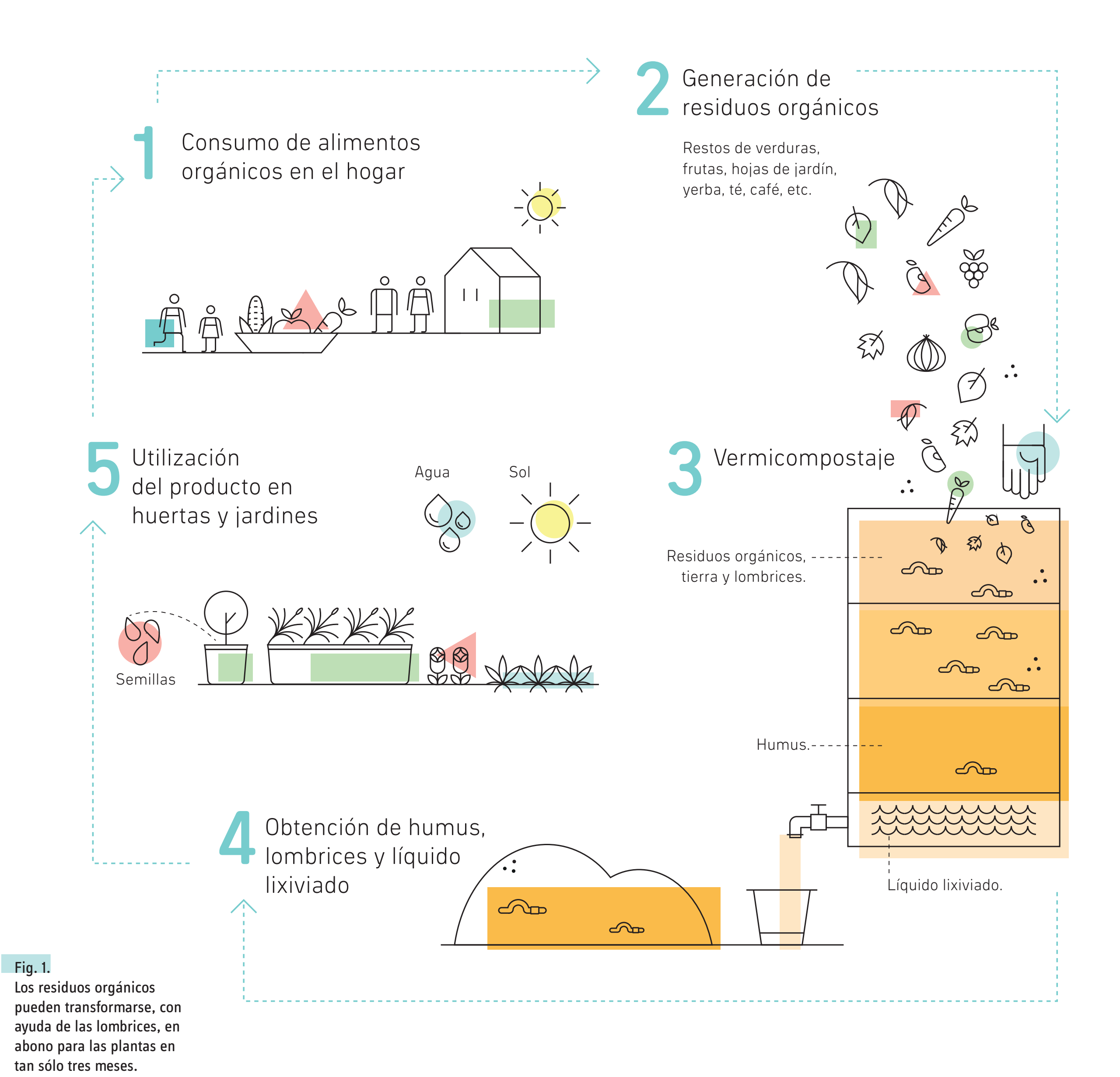


Fig. 1.
Los residuos orgánicos pueden transformarse, con ayuda de las lombrices, en abono para las plantas en tan sólo tres meses.

1

INTRODUCCIÓN

Este manual es una guía práctica con algunas bases teóricas para elaborar vermicompost (también llamado humus de lombriz). Aquí proponemos algunas de las posibles maneras para hacerlo de forma eficiente y segura.

El vermicompostaje consiste básicamente en incorporar lombrices, humus y materia orgánica en una vermicompostera siguiendo las recomendaciones y cuidados que se explicitarán.

Está destinado a cualquier persona que quiera ampliar sus conocimientos sobre cómo realizarlo en forma apropiada, con medidas que aseguren un adecuado manejo de los residuos, de manera de obtener productos de calidad para el mejoramiento de los suelos.

Se proponen distintas maneras de realizar vermicompostaje descentralizado, mediante el manejo doméstico de los residuos.

Esta práctica puede realizarse en una oficina, un hogar, una institución o hasta en una granja. Se contemplan múltiples situaciones en las cuales pueden desarrollarse prácticas apropiadas para acelerar la descomposición de los residuos orgánicos, de manera de reciclarlos y reutilizarlos como abono, entre otras opciones.

El objetivo es difundir recursos técnicos y procedimientos para elaborar un producto sano y seguro, que pueda emplearse como abono en huertas familiares, en el jardín y en el hogar.

Se explican diversos modelos de vermicomposteras que pueden construirse o adquirirse, así como pautas de manejo.

UN POCO DE HISTORIA

La práctica del compost es tan antigua como la agricultura; es posible que los seres humanos la conozcan desde hace doce mil años, cuando la humanidad domesticó los primeros animales, hizo las primeras experiencias agrícolas y dejó de depender de la caza, la pesca y la recolección.

Para desarrollar la técnica del compostaje las primeras poblaciones seguramente se inspiraron en la observación de la naturaleza: en los ecosistemas naturales no hay residuos y no requieren un gasto energético agregado por la mano del hombre. Consiste en un ciclo continuo, en el que a partir de la energía solar se origina la materia orgánica vegetal y animal, que al llegar al suelo es degradada por una gran diversidad de seres vivos, algunos visibles –como las lombrices– y otros microscópicos. En el proceso se transforma la materia orgánica en humus que se integra al suelo, el cual es la base para una adecuada fertilidad y crecimiento de plantas y animales.

Los residuos orgánicos que genera el departamento de Montevideo son en promedio el 48 por ciento del total de residuos sólidos urbanos, por lo que su adecuado manejo es parte de cualquier propuesta para mejorar el ambiente y la salud de sus habitantes.

Muchas personas y organizaciones desarrollan iniciativas para aportar soluciones, desde la sociedad civil y las instituciones, para avanzar en reciclar estos residuos, produciendo abonos orgánicos de gran utilidad para el mejoramiento de los suelos agrícolas, la producción de huertas urbanas y el cuidado de jardines y áreas verdes.

El equipo responsable de la redacción de este manual está integrado por actores, provenientes de la Intendencia de Montevideo, vinculados de diferentes formas a procesos de compostaje: producción y utilización del compost, investigación, difusión y educación ambiental; también por profesionales de la Facultad de Agronomía de la Udelar. En todos los casos se trabaja estrechamente con personas y organizaciones públicas y de la sociedad civil que impulsan, con gran esfuerzo y compromiso, la mejora del ambiente mediante la práctica del reciclaje de residuos orgánicos. Esperamos que esta publicación sea un aporte en la construcción de nuevas y mejores formas de relacionarnos con nuestro entorno, como ciudadanos y como naturaleza.

ACLAREMOS UNA CUESTIÓN DE TERMINOLOGÍA: ¿ORGÁNICO O NATURAL?

De acuerdo con el Diccionario de la Real Academia Española una sustancia orgánica es la “que tiene como componente el carbono y que forma parte de los seres vivos”.

Sin embargo la **química orgánica**, definida como la química del carbono, trabaja con sustancias de origen **natural**, proveniente de organismos vivos, **pero tam-**

bién con sustancias sintetizadas por el ser humano. Un ejemplo de sustancias que contienen carbono y que son sintéticas son los plásticos, cada vez más presentes como residuos que generan problemas ambientales. Por esta razón es confuso clasificar a los residuos en orgánicos e inorgánicos, ya que dentro de estos últimos pueden existir sustancias como los plásticos que están compuestos de cadenas de carbono y que –por lo tanto– son parte de la química orgánica.

Si bien la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) propone utilizar la expresión "sustancia natural"[1] para evitar esta confusión (refiriéndose a sustancias en el mismo estado en que son encontradas en la naturaleza), el uso común de "orgánico" para referirse a los residuos/materiales de origen vegetal, animal o microbiano, se ha extendido mucho en nuestro medio y se asocia además a la **agricultura también llamada "orgánica" (ecológica o biológica)** que se basa en el uso de sustancias naturales y no sintetizadas en laboratorios o industrialmente.

Por este motivo, hecha esta aclaración y en virtud del uso común de este vocablo, utilizaremos la palabra "orgánico" como sinónimo de "residuo de origen natural y orgánico (vegetal, animal o microbiano)", es decir, material compostable.

Desaconsejamos, sin embargo, el uso de la categoría "residuos inorgánicos", para evitar confusiones con residuos como los plásticos, los cuales (siendo materiales orgánicos) no son compostables pero sí reciclables, sugiriendo como alternativa la utilizada por la IM: "reciclables secos".

Entendemos pertinente decir que los residuos compostables, como es la materia orgánica proveniente de los residuos sólidos urbanos (RSU), **es un residuo reciclable, dado que el vermicompostaje es un proceso real y posible de reciclaje de la materia orgánica**, posible de instrumentarse a toda escala, de manera de tratar y valorizar los residuos orgánicos generados.

1 "Un **compuesto orgánico** es una sustancia que contiene carbono e hidrógeno y, habitualmente, otros elementos como nitrógeno, azufre y oxígeno. Los compuestos orgánicos se pueden encontrar en el medio natural o sintetizarse en laboratorio. La expresión 'sustancia orgánica' no equivale a sustancia natural. **Decir que una sustancia es natural significa que es esencialmente igual que la encontrada en la naturaleza**. Sin embargo, orgánico significa que está formado por carbono". *Manual de compostaje del agricultor.* FAO.



Fig. 2.
Estructura granular del vermicompost o humus de lombriz. Foto: Agustín Fernández.

2 VERMICOMPOST O HUMUS DE LOMBRIZ Y DERIVADOS

2.1. QUÉ ES EL VERMICOMPOST O HUMUS DE LOMBRIZ

El vermicompost es un abono orgánico estabilizado, rico en nutrientes y de baja densidad aparente, el cual puede aplicarse al suelo para mejorar sus características químicas, físicas y biológicas. Mejora los rendimientos y sanidad de los cultivos, sin causar riesgos al medio ambiente. Este producto se obtiene a partir del proceso de vermicompostaje en **condiciones aeróbicas**, en el cual se reciclan los restos de materia orgánica con la participación de diversos microorganismos y de lombrices que se alimentan de ellos y los transforman –mediante su proceso digestivo– en sus deyecciones (heces), las cuales luego serán el humus de lombriz. En definitiva, en dicho proceso y mediante las acciones e interacciones de diversos microorganismos aeróbicos y de lombrices, se produce la mineralización y estabilización de la materia orgánica (ver definiciones en glosario).

El humus de lombriz en el suelo cumple tres funciones:

- Mejora la permeabilidad, estructura y porosidad del suelo, facilitando la capacidad de retención de agua, la aireación y la penetración de las raíces de plantas.
- Provee nutrientes al suelo, los cuales se disponibilizan gradualmente para los cultivos, actuando como fertilizante.
- Aumenta la resistencia de las plantas a enfermedades y contribuye al control biológico de plagas y enfermedades.

El humus de lombriz tiene diferentes macro y micronutrientes, según la materia orgánica empleada y las condiciones en que se da el proceso. Entre los macronutrientes que tiene están el nitrógeno, el fósforo y el potasio, con lo cual no es necesario emplear nutrientes de fabricación industrial, tales como el NPK o triple quince.

2.2. TÉ DE HUMUS Y HUMUS LÍQUIDO

El **té de humus** es el líquido que se obtiene después de sumergir el vermicompost pronto en el agua (en este caso se utiliza sólo la parte líquida, no la sólida).

Cómo hacer el té de humus:

- Se mezcla una parte de humus de lombriz sólido con nueve partes de agua; se revuelve durante diez a veinte minutos y se deja reposar 24 horas a la sombra. Después de ese tiempo se repite el procedimiento de mezclado durante diez o quince minutos; se cuela con una malla o red fina para obtener el té de humus.

- Otras técnicas recomiendan colocar el vermicompost en un saco de tela, y sumergirlo en agua fría en proporción de un volumen de sólido por nueve de agua, tal como si se hiciera té, por 24-48 horas.

Se obtiene un líquido que se llama té o extracto de vermicompost, que suele utilizarse en aplicaciones sobre las hojas de las plantas mediante pulverización o se incorpora con el agua de riego. En el té de humus o de vermicompost hay biomasa microbiana (microorganismos), materia orgánica en partículas finas y compuestos químicos solubles en agua, beneficiosos para los cultivos, ya que fertilizan a la vez que controlan enfermedades.

No debe confundirse con el lixiviado resultante del drenaje de la vermicompostera (a este líquido a veces se le llama **humus líquido**, lo cual no es correcto pues al no estar maduro el material no se le puede llamar humus). Dicho lixiviado puede obtenerse por medio de orificios en el recipiente donde se realiza el vermicompost, los cuales permiten el drenaje de los líquidos en exceso presentes en el proceso y su captación en una bandeja colocada debajo.

El lixiviado que se origina durante el proceso se puede utilizar para regar las pilas de compost o vermicompost de manera de acelerar el proceso.

2.3. QUÉ ES LA LOMBRICULTURA Y PARA QUÉ SIRVE

Es una técnica que permite reducir la cantidad de residuos orgánicos que se generan y transformarlos en un recurso de valor, obteniendo como resultado el vermicompost o humus de lombriz, a través de la cría y reproducción de las lombrices que lo producen.

Las lombrices son puestas en contenedores con restos orgánicos (vermicomposteras) donde viven, se alimentan, reproducen y dan lugar al proceso de generación del humus de lombriz. Este proceso se realiza a partir de la materia orgánica de la que se alimentan (cáscaras de frutas, verduras, pasto, podas y chipeados del jardín, etcétera), produciendo el humus que se puede utilizar como mejorador de suelos, fertilizante o para control biológico.

El proceso tiene varias etapas: precompostaje de la materia orgánica, vermicompostaje de esta, etapa de maduración del humus y cosecha, la cual incluye trampas para el trasiego de las lombrices. Como veremos, los diseños que se hagan pueden facilitar que todos los procesos sean en simultáneo en compartimientos diferentes.

En la lombricultura pueden utilizarse diversas especies de lombrices; sin embargo, las más eficientes son *Eisenia fetida* y *Eisenia andrei*, que habitan en acumulaciones de materia orgánica.

En un principio se creyó que eran de la misma especie y se les conocía



Fig. 3.
Eisenia fetida (intersegmentos amarillos) y Eisenia andrei (roja). (Luego de tocar las lombrices del compost es importante lavarse las manos).
Foto: Martín Atme

vulgarmente como **"lombriz californiana"**[2] debido a que la promoción de la actividad de la lombricultura llegó desde California. ***Eisenia andrei*** es también llamada **"lombriz roja"** por su pigmentación rojiza; y la ***Eisenia fetida*** es llamada **"lombriz atigrada"** por tener intersegmentos anillados de color amarillo. Debido a que estas lombrices se alimentan de restos orgánicos en descomposición, en la naturaleza habitan en acumulaciones de materia orgánica presente sobre suelo.

Esto es porque, a diferencia de otras lombrices que se alimentan de tierra, estas se alimentan exclusivamente de restos vegetales en descomposición.

2 Aunque de hecho no son de California, ya que provienen de Eurasia.

Pueden consumir materia orgánica hasta tres veces su peso, y al procesarla en su tracto digestivo, junto con microorganismos simbióticos y otros libres, se transforma en lo que llamamos humus de lombriz. **Además tienen una alta tasa de reproducción por lo que en condiciones óptimas pueden duplicar su población en tan sólo tres meses (ver Fig. 4, ciclo de vida).** Cuatro días después de la cópula, ambas lombrices liberan una ooteca (cápsula) que contienen entre dos y tres huevos fecundados. Estos demoran aproximadamente veinte días en transformarse en lombrices juveniles y salir de la ooteca. Al cabo de mes y medio o dos meses, estarán desarrollados y podrán comenzar otro ciclo de reproducción.

CICLO DE VIDA DE EISENIA FETIDA

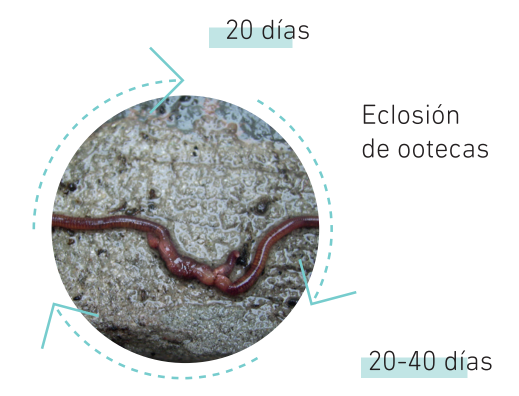


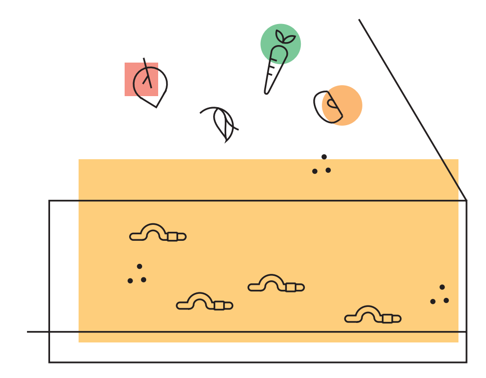
Fig. 4. Ciclo de vida de Eisenia fetida. De fondo, imagen de dos lombrices copulando. Foto: Gabriella Jorge.

La lombricultura permite:

- Acelerar procesos de descomposición de los residuos orgánicos.
- Reducir el volumen de residuos domiciliarios y agroindustriales.
- Generar productos de valor agregado, transformando el residuo en un recurso.
- Producir humus (vermicompost) que puede utilizarse en forma sólida o líquida para mejorar la producción vegetal.
- Reproducir lombrices que sirven como alimento para aves de corral, peces y ranas, o para nuevas vermicomposteras (en condiciones óptimas, en dos meses triplican su población).
- La presencia de lombrices afecta la microbiota del suelo mediante efectos directos e indirectos, influyendo sobre la abundancia y la biodiversidad de microorganismos. En particular, se ha visto que favorecen microorganismos benéficos para las plantas y controlan patógenos.

2.4. QUÉ ES UNA VERMICOMPOSTERA, VERMIABONERA O LOMBRICOMPOSTERA

Vermicompostera (también llamada **vermiabonera o lombricompostera**) es un recipiente contenedor, en el cual se coloca un núcleo básico de lombrices con un poco de humus de lombriz o tierra, y se va agregando la materia orgánica a procesar. Este recipiente facilita la descomposición de la materia orgánica de una manera limpia, segura, eficiente y controlada. Este proceso se debe dar en presencia de aire, mediante la acción de micro y macro organismos, obteniéndose como resultado un abono orgánico y lombrices, como se explicó.



2.5. ALGUNOS MODELOS DE VERMICOMPOSTERAS

Para tener una vermicompostera en casa, se puede conseguirla prefabricada en el mercado o construirla de forma casera de un modo económico, práctico y adecuado a las necesidades. El compostaje no requiere mayores inversiones ni grandes esfuerzos, una vez que se tienen los hábitos y conocimientos incorporados a las tareas cotidianas. Se puede realizar en cualquier lugar donde se produzcan y consuman alimentos, tomando los recaudos necesarios para simplificar el procedimiento. En las vermicomposteras deben generarse las condiciones necesarias que permitan la entrada de aire y salida de gases, por lo que no se puede hacer en un recipiente con cierre hermético. El recipiente, además, debe permitir el drenaje de líquidos para que no se anegue (es decir, para que no se llene de agua), lo cual se logra perforando el fondo y colocando debajo una bandeja. Esta bandeja puede tener una canilla para extraer el líquido.

Una manera sencilla a nivel urbano es compostar únicamente yerba, té, café y algunas cáscaras de frutas y verduras, de manera de evitar olores y moscas.

Las lombrices viven en las capas superficiales, por lo que para la vermicompostera alcanza con un recipiente que pueda tener unos 30 centímetros de profundidad de material.

Presentamos algunos ejemplos de vermicomposteras fáciles de fabricar caseramente, y otros que pueden obtenerse en el mercado.

i. Tarrinas o latas de pintura perforadas en el fondo

Existen formas muy sencillas para armar un recipiente contenedor del vermicompost (si no se quiere hacer directamente sobre el suelo), utilizando tarrinas o latas de pinturas de veinte litros. Se debe perforar el fondo para que no acumule el líquido y se apoyan sobre la tierra o sobre otro recipiente que colecte el líquido, el cual se debe vaciar periódicamente. Se puede cubrir con un mosquitero, y con tapa si no está al resguardo de la lluvia. Cuando una tarrina se ha llenado, se debe comenzar a llenar otra, mientras se procesa el material en la primera.



Fig. 5. Vermicompostaje a nivel doméstico en tarros de pintura perforados en el fondo. Foto: Gabriella Jorge.

ii. Cajones apilados, con o sin drenaje, protegidos de la lluvia

Se pueden colocar varios cajones montados (del tipo de los lecheros, que pueden apilarse), funcionando en modo independiente a efecto simplemente de aprovechar el espacio y generar muchas vermicomposteras que después pueden distribuirse. En este caso, como los cajones no tienen drenaje, hay que tener la precaución de evitar el exceso de agua. Por este motivo, si se desechan muchos vegetales, que son ricos en agua, se recomienda perforar los cajones para evitar problemas y mantener el último cajón sin perforar para colectar el líquido.



iii. Tres cajones de plástico o baldes de pintura superpuestos, dos de ellos perforados

Estos modelos se pueden armar caseros o comprar prefabricados. Constan de tres recipientes; los dos superiores poseen orificios para la filtración de líquidos y pasajes de las lombrices; el otro en el nivel inferior permite recoger el líquido (humus líquido), de forma de drenar el exceso de humedad.

Para hacer una vermicompostera de tres cajones, apilar tres recipientes que puedan estar expuestos a la humedad



Fig. 6. Vermicompostera en Municipio C. Foto: Martín Atme.



Fig 7. Vermicompostera del Equipo Técnico de Educación Ambiental (ETEA) de la Intendencia de Montevideo. Foto: Artigas Pessio.

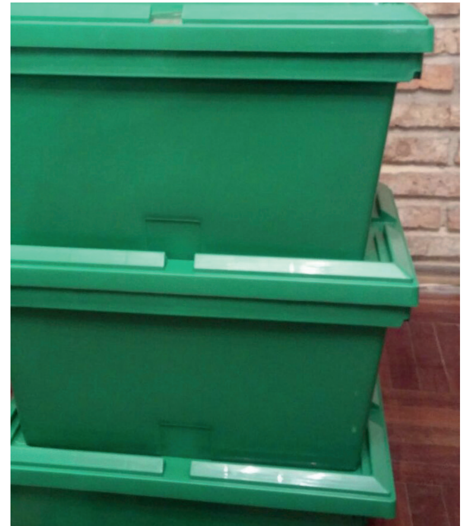


Fig 8.
Vermicompostera con tres cajones prefabricada, fabricación nacional.

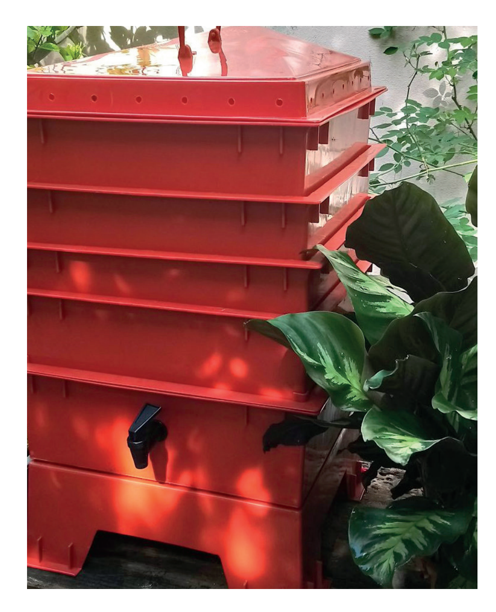


Fig 9.
Vermicompostera con tres y cinco cajones, prefabricada, importada. Foto: Aurelio Enciso.

(ideal utilizar recipientes plásticos) y perforar los dos superiores. Para evitar plagas y moscas, cubrir con tul o tejido de mosquitero. El cajón de base que hace de bandeja para el lixiviado se deja vacío y sin orificios; se le puede colocar una canilla en su parte inferior, de forma de extraer el líquido que drene del proceso, sin necesidad de desmontar todos los cajones.

Se puede colocar una tapa o una bolsa de nailon oscura que cubra parcialmente y una tabla o cartón. Tomar en cuenta que las lombrices para su bienestar requieren: ventilación, oscuridad, no inundación pero sí humedad en el sustrato, alimento y no remover en exceso su ambiente. Para esto, se puede cubrir la superficie con tierra, humus o alguna fibra vegetal, lo cual evita olores, conserva la humedad y mantiene la zona donde las lombrices se alimentan con la oscuridad necesaria, permitiendo a la vez la ventilación. En el recipiente elegido se colocan las lombrices, humus que hace al hábitat del que proceden, un poco de tierra y la materia orgánica.

Se comienza llenando el cajón de arriba; cuando se llena, se intercambia con el del medio, para seguir llenando el que quedó arriba, dando tiempo así a que el material más antiguo se procese. Cuando esté listo, las lombrices subirán

al de arriba en busca de más alimento. En este caso, para cosechar el material no es necesario colocar las trampas (ver sección 6. "Producto resultante: Vermicompost..."), ya que el cajón con material orgánico fresco actúa como tal para atraerlas.

iv. Vermicompostera de fabricación casera con dos baldes superpuestos, con puerta inferior para recolección del humus maduro, y un medio balde inferior que hace de bandeja colectora del lixiviado

El balde superior se perfora totalmente y se apoya sobre la tapa del que tiene debajo (cuya tapa se perfora parcialmente de manera de dar apoyo perimetral al balde superior). En dicha tapa se coloca una rejilla para permitir el pasaje del material orgánico más fino y el movimiento de las lombrices. El balde que está debajo del anterior debe tener orificios para el drenaje del líquido, y una puerta inferior a efectos de facilitar la extracción del material más antiguo una vez que se haya convertido en humus maduro. El balde inferior que hace de bandeja puede tener una canilla. Por otra parte puede colocarse en los dos baldes superiores caños de ventilación direccionados convenientemente hacia el exterior, de manera de eliminar gases y oxigenar a las lombrices. La perforación que hace de puerta es conveniente realizarla un poco más arriba de la base del balde, de manera de evitar el escape del líquido por la parte inferior del recipiente. En caso de que la puerta no quede totalmente hermética, puede colocarse una abrazadera para ajustarla.



Fig 10. Vermicompostera diseñada por estudiantes de 6° año del Instituto Geselliano liceo. Foto: Silvia Ruffinelli.



Fig 11. Vermicompostera diseñada en emprendimiento en Cedel de Carrrasco Norte. Foto: Jorge Sánchez.

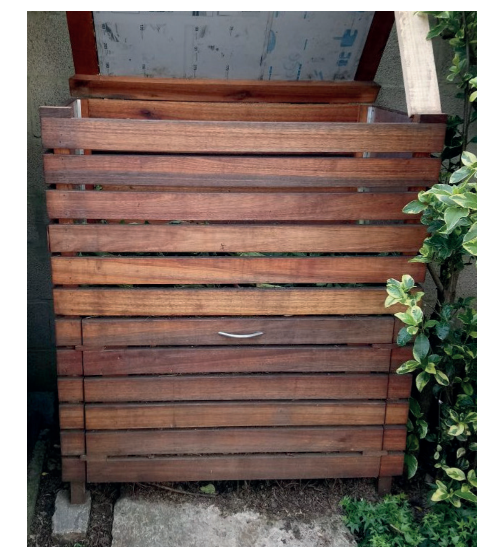


Fig. 12. Vermicompostera en madera con puerta inferior, diseño Aurelio Enciso. Foto: Aurelio Enciso.



Fig. 13. Vermicompostera (Uruplac) prefabricada con placas de reciclado laminado. Foto: Div. Información y Comunicación de la IM.

V. Con tres cajones de madera desplazables superpuestos mediante estructura desmontable, y una bandeja inferior con canilla para recolección de lixiviado

El manejo es similar al caso anterior, los cajones superiores tienen rejilla que permite la movilidad de las lombrices y la caída del material más fino, y el drenaje de líquidos en exceso. El orden para llenar con materia orgánica es comenzando por el cajón inferior y cuando este se completa, se procede a continuar llenando los superiores.

VI. Vermicomposteras con puerta en la parte inferior

Se pueden adquirir prefabricadas, confeccionarlas de forma casera (con madera, plástico o placas de compensado). En los casos en que los recipientes que contienen la materia orgánica en descomposición poseen una abertura (cajón o puerta) en su parte inferior, se hace más simple la extracción del material más antiguo ya procesado. Este estará mezclado con lombrices, que se podrán recuperar y volver a colocar en la vermicompostera mediante las técnicas que se describen en la sección 6 del presente manual ("Producto resultante: vermicompost...").

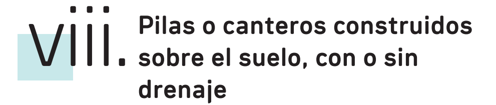
vii. Compostera a partir de una malla de acero sobre el suelo (alambre tejido)

Se puede diseñar una estructura de sostén mediante tablas, y con una malla de acero completar las paredes y el techo. Otra manera es conformar una pared cilíndrica mediante una malla de acero, la cual hará de contención para el material (se puede afirmarla con dos o cuatro varillas verticales a modo de sostén del cilindro). Para sostener el material fino en los laterales, y garantizar la oscuridad que las lombrices necesitan, se puede agregar una malla sombra o tejido de mosquitero según los materiales de que se disponga.





Fig. 14.
Vermicompostera de tejido de alambre para vermicompostaje de podas del jardín.
Foto: Silvia Ruffinelli



viii. Pilas o canteros construidos sobre el suelo, con o sin drenaje

Para preparar el lugar, se puede delimitar el cantero con cualquier material disponible –cemento, tablas, ladrillos, barro, chapas, bloques, botellas, barro, etcétera– o simplemente limpiar el terreno donde se armará la pila. Puede cubrirse el suelo con material aislante y captar los lixiviados mediante pendientes.

Para mejor manejo, se sugiere una medida menor a dos metros de ancho, de



Fig. 15.
Piletones con sistema de riego por goteo, cubiertos con malla semisombra y pasto.
Foto: Unidad Demostrativa de Compostaje, Facultad de Agronomía.

lo contrario resultaría difícil de trabajar, porque no se llega con la pala hasta el medio. El largo del cantero es variable y depende de la cantidad del material a procesar. Cuando se hacen pilas más altas que medio metro, la temperatura puede aumentar y no ser óptima para las lombrices (ver condiciones óptimas de temperatura en sección 5.2.), por lo que pueden bajar su actividad o escapar. Una altura de compostera menor a medio metro evita que la temperatura suba demasiado.

Si se hace en forma de cantero, sin paredes permanentes o de material, cuando el material está pronto y bien estabilizado puede utilizarse para sembrar y crear un huerto, y comenzar otro cantero en otro sitio donde se realizará un nuevo ciclo de vermicompostaje, lo cual permitirá fertilizar diferentes zonas del suelo.

Las dimensiones dependerán de las necesidades y del espacio disponible (el cantero puede ser de tres metros por un metro o del tamaño que se elija). En este caso no necesariamente se acumulará el líquido que drena, pero hay que evitar el lavado de nutrientes por inundaciones de lluvias, por lo que se recomienda proteger el material cubriéndolo con algo que no deje pasar el agua. A diferencia del vermicompostaje de gran escala, en los casos de pequeña escala se puede hacer directamente sobre el suelo, pues este tiene capacidad de absorber los lixiviados, así como para absorber grandes concentraciones de nutrientes, como el fósforo y el nitrógeno que pudiera arrastrar la lluvia, sin que este proceso represente un foco de contaminación para cursos de aguas cercanos o napas de agua subterránea. A la vez, la rotación de la ubicación de los canteros para vermicompostaje facilita la capacidad del suelo de absorber los lixiviados y permite fertilizar el suelo en diferentes espacios. No obstante, cuando se trabaja a mayor escala deben tomarse precauciones para no contaminar los suelos y cursos de agua con los lixiviados.

Allí se coloca cualquier sustancia orgánica que se descomponga fácilmente en una capa de quince centímetros. A los diez o quince días, cuando el material esté ya en descomposición, se agregan las lombrices que se juntaron. Luego se riega el cantero y se cubre con abundante pasto seco para evitar olores, conservar la humedad y oscuridad. Después de quince días se observa el cantero para ver si las lombrices se distribuyeron por todo el espacio, lo que indica si aceptaron el material, y se puede seguir agregando material periódicamente.



Fig. 16.
Cantero de vermicompostaje, cubierto con mulch. Huerta Comunitaria del Vivero del Cedel de Carrasco Norte. Foto: Jorge Sánchez.



Fig 17.
Vermicompostera sobre el suelo con cañas para conformar el cantero contenedor. Facultad de Ciencias, Udelar.
Foto: Jorge Sánchez.

ix. Vermicompostera sobre el suelo con laterales de madera

De manera de unificar en un combo las etapas de precompostar, vermicompostar, dejar madurar el humus y cosecharlo o separarlo de las lombrices, se puede crear un sistema que permita el trasiego de las lombrices según las condiciones que se van generando en el material. Pueden crearse espacios contiguos horizontales (separados con tabiques móviles o con agujeritos para el pasaje de las lombrices). En realidad esto es similar a apilar tres cajones, con la diferencia que las variaciones de hábitat suceden entre los espacios contiguos en horizontal, en lugar de los modelos anteriores en donde las variaciones ocurren en los diferentes recipientes de la vertical.

En cuanto al procedimiento, es recomendable poner en el lado izquierdo las lombrices con humus y tierra, y comenzar a colocar allí la materia orgánica. Cuando los residuos estén aptos para las lombrices (ya los microorganismos han iniciado la descomposición del material), estas se irán desplazando hacia allí. Una vez lleno el cubo de la izquierda se continúa con el que está a su derecha (el del medio). Cuando el ma-



Fig. 18. Vermicompostera con pared lateral desmontable, fabricada con tablas. Huerta Comunitaria del Hogar de Ancianos Schiaffino. Foto: Martín Atme.



Fig. 19.
Vermicompostera de compartimientos contiguos en Centro Cultural La Fraterna.
Foto: Alex Ferreira.

terial del primero quede procesado, las lombrices se irán desplazando hacia el del medio, en búsqueda de más alimento. Al momento en que tanto el cubo izquierdo como el del medio se completen de material, se pone materia orgánica en el derecho. De este modo, los materiales de los cubos más antiguos quedan procesados y sin lombrices, dado que estas se van desplazando por sí mismas, de manera que se puede cosechar directamente sin previa separación de lombriz y humus. Una vez lleno un espacio, se mantiene la humedad de manera que las lombrices puedan terminar su proceso y los microorganismos permanezcan vivos (si se deja de regar el humus pronto, también se fuerza a las lombrices a irse, porque no les agrada el sustrato seco).

Si se compostase a gran escala, el contacto directo de concentraciones excesivas de materia orgánica y por tanto de nutrientes (como el fósforo y el nitrógeno) con el suelo podría contaminar los cursos de agua, al ser arrastrados o disueltos por la lluvia, si bien es una situación que no es esperable en la escala de vermicompostaje doméstico.

Estos nutrientes pueden producir un crecimiento excesivo de cianobacterias (algas) en el agua, fenómeno conocido como eutrofización. Por lo tanto, es conveniente evitar (si se tratara de gran escala) grandes volúmenes en contacto directo con el suelo, mediante una capa aislante y la colecta de los lixiviados.

XX. Vermicompostera con tabiques móviles, bandeja y canilla inferior

Se puede construir una compostera formada por tres cajones superpuestos y una bandeja inferior (la bandeja permite colectar el liquido que drene desde arriba, y en el cajón inferior puede diseñarse una puerta revatible de manera de extraer el material ya procesado en vermicompost). Los cajones estarán separados por tabiques perforados, o rejillas, los cuales a su vez podrán desplazarse horizontalmente de forma de permitir el descenso del material mas antiguo y mas descompuesto (a medida que los cajones superiores se van llenando). En el recipiente superior vamos colocando restos de verduras, frutas, hojas de jardín, yerba, te, café.

Si se quisiera se puede colocar ductos para entrada de aire y salida de gases, los cuales pueden direccionarse convenientemente hacia el exterior.

Este modelo puede ser construido en forma casera, con diversos materiales (cajones de madera, pvc, baldes de plástico, etc.).

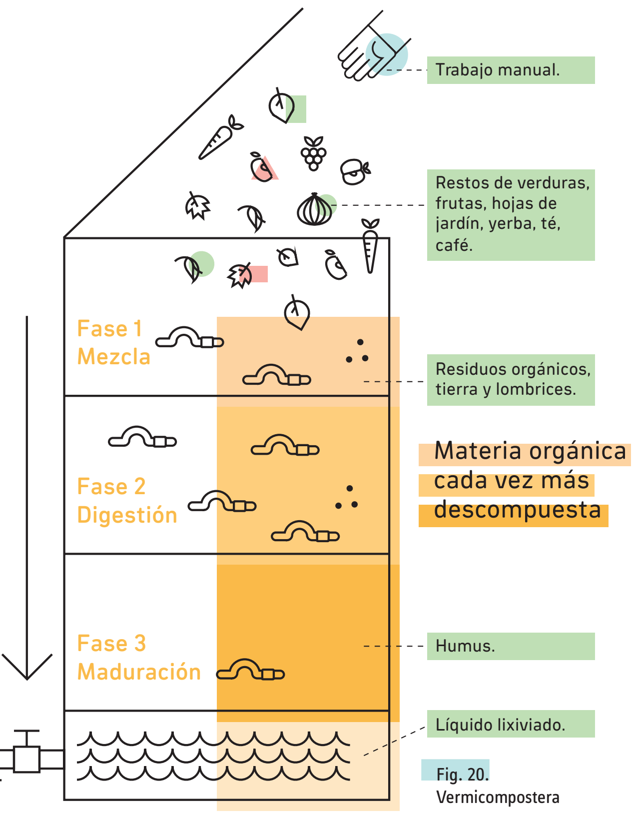


Fig. 20. Vermicompostera

XXI. Vermicompostera cilíndrica en forma de tambor giratorio, con eje horizontal y puertita prefabricada o casera.

Este diseño permite la remoción y oxigenación del material por rotación del cilindro. Para prefabricarla se puede utilizar una tarrina plástica, un tambor de lavadora viejo, o un calefón entre otras opciones, con un soporte adecuado.

3 PARA QUÉ Y POR QUÉ VERMICOPOSTAR

Cuando se recicla la materia orgánica para reutilizarla en la huerta, puede hacerse mediante el **compostaje (sin lombrices) o el vermicompostaje (con lombrices)**. La diferencia está en el producto final y en cómo son los procesos.

En cuanto a seguridad sanitaria, el proceso de **vermicompostaje** da mayores garantías porque las lombrices favorecen que el proceso sea aeróbico, dado que remueven el material, de manera que no se generen condiciones para los microorganismos propios de los procesos anaeróbicos.



Fig. 21. Vermicompost pronto para fertilizar la huerta o el jardín. Foto: Agustín Fernández

3.1. BENEFICIOS DE COMPOSTAR (*IN SITU*)

Los beneficios son tanto a nivel ambiental como económico, cultural y ciudadano, y en definitiva permiten hacerse cargo de los propios residuos cerrando el ciclo, minimizar impactos ambientales y reciclar la materia orgánica para obtener humus de lombriz, criar lombrices, componentes ambos necesarios para el cultivo de alimentos nutritivos, sanos y frescos en casa, y tener un jardín saludable.



Fig. 22.
Flores y hojas verdes, producidos en un suelo saludable.
Foto: Silvia Ruffinelli.

BENEFICIOS:

Obtención de productos con alta demanda

- Permite obtener un **abono** a bajo costo, natural, rico en nutrientes, para el mejoramiento y enriquecimiento del suelo.

- Además se obtienen lombrices que sirven para la pesca o como alimento para la cría de aves u otras especies, así como para replicar en nuevos emprendimientos de vermicompostaje.

Reducción de impactos ambientales de los residuos orgánicos

- Al reducir los residuos que se transportan al sitio de disposición final, también se reducen las emisiones de **gases de efecto invernadero** (G.E.I.) y otros gases tóxicos emitidos por la quema del combustible necesario para su transporte.

- Al descomponerse los residuos orgánicos de forma aeróbica, no emiten metano (CH_4), que es un G.E.I. que tiene 23 veces más efecto que el dióxido de carbono (CO_2), el gas que emiten las combustiones o descomposiciones aeróbicas, por lo que se estaría reduciendo el aporte al calentamiento global.

Aporte para manejos ambientalmente amigables

- **Permite cerrar el ciclo** del consumo alimentario (reciclar), dándole continuidad y nueva utilidad a la materia orgánica que no se procesa como alimento.

- El **humus de lombriz contiene macro y micro nutrientes** que fácilmente son asimilados por las plantas, pudiendo así ser utilizado como fertilizante, reduciendo la necesidad de aplicación de fertilizantes industriales.

- Por ser el humus de lombriz un compuesto biológico que fortalece a las plantas frente a plagas y enfermedades, favorece el crecimiento de estas y sus frutos (características, sabor y propiedades nutricionales), además reduce la necesidad de aplicación de plaguicidas industriales.

- Es un insumo fundamental para la producción agroecológica, la cual busca producir alimentos respetando los ciclos naturales y sin utilizar agroquímicos. Cada vez más personas buscan este tipo de alimento, dada la toma de conciencia de su incidencia en la salud.



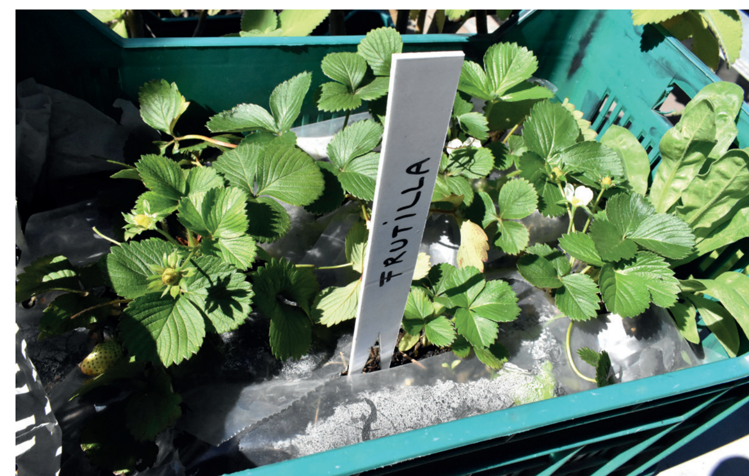


Fig. 23 y 24.
Huerta urbana en azotea del Centro Cultural de España.
Foto: Jorge Sánchez , Depto. de Comunicaciones de la IM.

Ciudadanía y gobernanza

- La obtención de abonos mediante el proceso de compostaje domiciliarios y de pequeña escala genera autonomía en los ciudadanos que se hacen responsables del manejo de sus residuos, reutilizándolos en forma amigable con el ambiente.

- Realizar el proceso del compostaje favorece la apropiación y generación de aprendizajes a escala familiar, social y ciudadana, y una visión sistémica del consumo y del desecho que generamos (toma de conciencia), con el consiguiente valor cultural y ambiental de la práctica.

- Contribución a la gestión municipal: el **compostaje descentralizado o doméstico** reduce casi cincuenta por ciento el volumen de los residuos orgánicos generados en los hogares. De este modo se reducen los costos del consumo energético para el transporte de los residuos orgánicos en la recolección y los problemas asociados al espacio de disposición final.

Un poco de números

La materia orgánica representa entre 41% y 55% (un promedio de 48%) del total de los residuos sólidos urbanos de Montevideo.[3]

Si los residuos orgánicos fueran compostados en condiciones apropiadas (aeróbicas) y cerca de lo lugares donde se generaran, se lograría reducir la emisión de gases de efecto invernadero tanto por las mejoras del proceso de descomposición del material, como por la disminución de las necesidades de transporte (reducción de los G.E.I. implicados en el proceso de fabricación y quema de combustible fósil). Esto además reduce los costos de transporte y disposición final.

El 11% de los desechos domiciliarios son yerba mate usada (más de 125 toneladas diarias sólo en Montevideo). Considerando que la yerba es fácilmente compostable mediante vermicompost, con la utilización de la misma estamos reduciendo en gran medida la generación de residuos, a la vez que se produce un insumo/abono para las plantas y la huerta (según manual "Educando para un mundo no descartable. Todo se transforma").

3. Informe de la consultora LKSur entre los años 2004 y 2014.

3.2. APLICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL VERMICOMPOSTAJE

Como productos del vermicompostaje se obtiene vermicompost o humus de lombriz, lombrices y lixiviado.

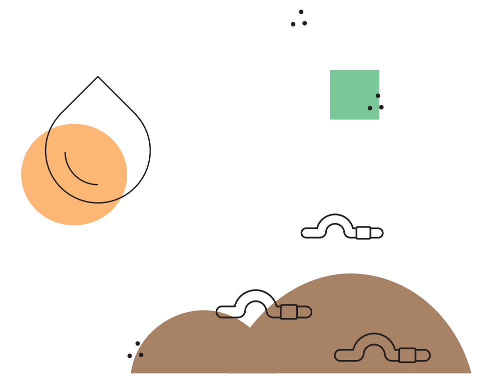
El vermicompost es un medio adecuado para la siembra de semillas, el cultivo de plantas y el mejoramiento de suelos. En cultivos existentes puede aplicarse en orificios hechos en el suelo, de manera de facilitar su llegada a las raíces. Cuando se emplea vermicompost o humus de lombriz maduro como fertilizante, no hay problema por sobredosificación debido a exceso de nutrientes ya que estos se liberan gradualmente a diferencia de lo que sucede con métodos de fertilizantes industriales.



Fig. 25.
Hortalizas cultivadas directamente sobre el cantero de vermicompost, una vez que el sustrato se ha estabilizado. Foto: Jorge Sánchez.

La presencia del vermicompost en el suelo, canteros o macetas mejora la permeabilidad, estructura y porosidad, facilitando la capacidad de retención de agua, la aireación y la penetración de las raíces de plantas; también provee elementos nutritivos al suelo, los cuales están disponibles para los cultivos, aumentando la resistencia de las plantas a enfermedades.

Los canteros pueden armarse para realizar un ciclo de vermicompostaje y cuando el humus está pronto, el mismo espacio puede ser utilizado para los cultivos, evitando trasegar los materiales.



Posibles aplicaciones de los productos resultantes del proceso:

- El **té de humus** puede aplicarse mediante riego o pulverizado sobre las plantas (ver modo de preparación en 2.2.).

- Los líquidos que drenan de la vermicompostera (**lixiviados**) se pueden reutilizar para regar las pilas de compost o vermicompost, pero no se recomienda utilizarlos para riego. Hay quienes lo emplean como fertilizante diluyendo una parte en nueve de agua; al no estar maduro podría llegar a ser contraproducente y en el proceso de maduración competir con los nutrientes que las plantas necesitan, por lo que esta opción es discutible.

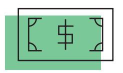
- Las lombrices que se obtienen pueden ser utilizadas para ampliar la cantidad de vermicomposteras; en algunos casos puede alimentarse aves como complemento de su ración.

4 DISEÑO E INSTALACIÓN DE LA VERMICOMPOSTERA

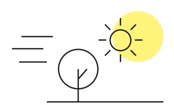
El diseño de la vermicompostera dependerá de los siguientes aspectos:



- El espacio físico y el destino o uso de local.



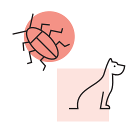
- Los recursos materiales y económicos disponibles.



- Disponibilidad de espacios abiertos y ventilados.



- El tipo y volumen de materia orgánica a compostar.



- Las condiciones sanitarias a garantizar para evitar plagas (roedores, cucarachas, moscas, etcétera) y animales domésticos.

4.1. REQUERIMIENTOS PARA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LA VERMICOMPOSTERA

- Tapar la compostera con una tapa de cartón, madera o nailon negro para evitar la entrada de luz, ya que las lombrices son **fotofóbicas**.

- Cubrir siempre al material de la vermicompostera con tierra, cartón o **mulch**[4], de forma de mantener la humedad.

- Prever drenajes para evitar que se inunde la compostera, se laven los nutrientes y las lombrices se afecten por el exceso de agua. Además hay que considerar un sistema colector (recipiente) para recoger el lixiviado, el cual puede volver a volcarse sobre la compostera.

- En todos los casos se deben tomar las previsiones necesarias para evitar olores y acelerar el proceso (remoción y oxigenación) mediante la ventilación y aireación de la mezcla. Para esto se puede cubrir el material con tierra, cartón o mulch, y oxigenar mediante volteo (en caso necesario).

- En el caso de vermicompostar en un recipiente ubicado en el interior de una vivienda, se pueden diseñar ductos de ventilación que entren en medio del material y salgan al nivel de los gases superiores. Estos ductos deben estar adecuadamente direccionados al exterior, para que permitan la entrada de aire y salida de gases. Esto también puede complementarse para la oxigenación con la remoción del material para acelerar el proceso mediante la oxigenación de la mezcla.

- Para conservar la humedad que las lombrices requieren, en caso de excesivo calor y corriente de aire, puede cubrirse con tapa, nailon o mulch, y regar a modo de pulverización.

- Para evitar el acceso de animales domésticos y plagas (cucarachas, moscas, roedores, etcétera) se recomienda colocar una malla metálica o tejido mosquitero rodeando el recipiente contenedor.

4. Pasto cortado, paja o similar, dispuesto en una capa espesa sobre la superficie.

- En caso de vermicompostar, es recomendable buscar un diseño de manera de reducir el esfuerzo físico necesario para mover los cajones tanto al momento de alimentar la vermicompostera, como cuando se quiere extraer el material una vez procesado. Para esto pueden diseñarse sistemas de cajones corredizos, divisiones móviles, parrillas y puertas rebatibles inferiores, como se ha visto en la sección 2.5.





Fig. 26. Huerta con mulch de capa protectora en vivero de huerta comunitaria en el Cedel de Carrasco Norte. Foto: Jorge Sánchez.

Fig. 27. Zoom de Mulch resultante de restos de podas en Escuela de Jardinería. Foto: Martín Atme.

4.2. PASOS PARA PONER EN FUNCIONAMIENTO CONTINUO TU VERMICOMPOSTERA

1

Elección del sitio:
Elegir un lugar protegido de las lluvias y del sol extremo, ventilado pero resguardado del viento (evitar excesiva evaporación, luz, calor, inundación y propagación de olores). Son ideales los lugares oscuros, ventilados y protegidos (la lombriz prefiere temperaturas entre 20˚C y 29˚C (sobrevive a temperaturas por encima y debajo de estas, pero reduce su desarrollo y reproducción). Para su respiración, la cual ocurre a través de la piel, necesitan humedad pero no agua en exceso. Se puede colocar una malla semisombra y mulch en la superficie para ayudar a mantener la temperatura baja en verano.

2

Elección del recipiente:
Buscar un recipiente con tapa y sin drenaje para colectar la materia orgánica en la casa o cocina (restos y cáscaras de frutas y verduras incluyendo yerba usada, té y café, así como cáscaras de huevo preferentemente trituradas y tostadas). Para este recipiente, pueden resultar prácticos los baldes de helado de 5 litros, o los de pinturas al agua de 20 litros con tapa.

3

Obtención de lombrices:
Conseguir **lombrices de vermicompostaje** (ver sección 2.3.). Para empezar, colocar en la vermicompostera un poco de tierra o humus, poner las lombrices y algo de alimento precompostado. Precompostar permite darles a las lombrices material apto para alimentarse, pues ya comenzó a descomponerse, por lo cual lo aceptan con mayor facilidad. Una vez en marcha la vermicompostera se puede ir agregando material fresco sin precompostar, ya que se irá precompostando dentro de la vermicom-

postera y las lombrices comenzarán a alimentarse de él cuando esté pronto, pero mientras tanto se mantendrán en el sustrato agregado previamente. A nivel doméstico se recomienda comenzar con una población mínima de 50-100 lombrices (núcleo básico). Para evitarles estrés, es recomendables que las lombrices vengan contenidas en uno o dos litros del sustrato donde se criaron (equivalente a una bandejita de vianda).

¿DÓNDE SE CONSIGUEN LAS LOMBRICES?

> Si hay algún conocido que ya produce vermicompost, pedirle un puñado para comenzar la vermicompostera. Es importante que las lombrices vengan acompañadas del sustrato donde vivían para que no sufran tanto el estrés del cambio de ambiente.

> También es posible comprar pequeños "pies de lombrices" o "núcleos" de lombrices a lombricultores que generalmente anuncian sus productos en internet o viabilizan la venta a través de viveros.

4 Llenado de la vermicompostera

Coloca periódicamente el material orgánico en la vermicompostera, junto con papeles, cartones sin tintas, residuos de áreas verdes (pastos, hojas secas y ramas, si están chipeadas mejor). Para evitar olores, luz, insectos y conservar la humedad, cubrir con: mulch, con humus que ya esté maduro, con cartones sin tintas picados (por ejemplo los de las hueveras) o incluso colocar por encima una bolsa de nailon oscura. Para evitar que entre agua se recomienda tapar o colocar la vermicompostera bajo algún alero. Es importante también mantener la humedad del material, pero no inundar. Si al apretar el abono con la mano brotan pequeñas gotas, quiere decir que la humedad es la adecuada (ver cuadro con regla del puño en sección 5.2.); colocar un nailon para mantener la humedad y en verano regar cada dos días. En caso de que esté muy seco rociar con agua para mantenerlo húmedo. Cubriendo todo el recipiente se puede poner un tejido mosquitero de manera de evitar moscas y otros vectores.

5

Estabilización y curado del vermicompost: Cuando el recipiente donde se composte esté lleno, dejar de agregar materia orgánica y esperar hasta que se termine de procesar.

Cuando dejamos de agregar materia orgánica y por tanto también humedad, podemos regar levemente para mantener las condiciones de humedad necesarias para los microorganismos y las lombrices que participan del proceso. Cuando el material de la vermicompostera tiene color oscuro, uniforme, está muy suelto y esponjoso, con textura suave, olor agradable (como a tierra húmeda) y no se reconocen los residuos orgánicos, el vermicompost está hecho (pronto y maduro). Esto puede tardar de tres a cuatro meses desde la última vez que se agregó material fresco, dependiendo de las características de los materiales (tipo y tamaño), población de lombrices, condiciones de aireación y humedad en que transcurrió el proceso, y la temperatura ambiente (considerar que en invierno se enlentecen los procesos).

6

Cosecha del humus de lombriz.
Remitirse a la sección 6 del presente manual ("Producto resultante, vermicompost..."). Como se especifica en dicha sección, las lombrices que retiramos del compost pronto, se colocan en el material fresco que comienza a descomponerse, de forma de iniciar un nuevo ciclo del proceso de vermicompostaje, asegurando así un funcionamiento continuo de la vermicompostera.

7

Curado del humus de lombriz.
Ver las especificaciones de la sección 6.

TAL COMO SE INDICA EN LA SECCIÓN 8, PARA LOGRAR SEGURIDAD SANITARIA SE DEBE MANIPULAR EL MATERIAL CON GUANTES E HIGIENIZARSE POSTERIORMENTE LAS MANOS, SOBRE TODO ANTES DE INGERIR ALIMENTOS.

4.3. CASO DE VERMICOMPOSTERA ALIMENTADA EXCLUSIVAMENTE CON YERBA, TÉ Y CAFÉ

Se puede alimentar la vermicompostera únicamente con yerbe, té y café. Al colocar un material fino para descomponer, minimizando tiempos y olores del proceso de descomposición y maduración. Cuando el cajón esté lleno se deja de alimentar, y se espera que se termine de procesar. Se debe mantener húmedo, regándolo si está seco. El humus está pronto para ser cosechado después de treinta o sesenta días.

Del mismo modo que en el caso anterior, se guarda semanalmente la materia orgánica en un recipiente para precompostaje y periódicamente se coloca en la vermicompostera.



Fig. 28. Escardillo para realizar en la vermicompostera el surco, en donde colocamos la materia orgánica, y tapamos nuevamente. Foto: Silvia Ruffinelli.

Los pasos a seguir son:

- Elegir el lugar donde se colocará la vermicompostera según las consideraciones para el diseño y los requisitos ya explicitados en el punto 4 y 4.1.
- Guardar la yerba usada durante una semana o más días en un balde de plástico tapado, por ejemplo de los descartes de pintura de 3,5 o 20 litros. Puede colocarse dentro una bolsa de nailon, y por debajo de ella piedras sanitarias aglomerantes y absorbentes (las que se utilizan para los baños de los gatos).
- Elegir o construir la vermicompostera según las recomendaciones anteriores (con orificios para drenajes y preferentemente de material plástico).
- Colocar el sustrato de lombrices y humus en la vermicompostera.
- Alimentación de las lombrices. Se realizará en forma semanal, y antes de alimentarlas, en caso de necesidad por compactación, anegamiento, etcétera, se recomienda mover el material (con suavidad, preferentemente a mano y con guante o con escardillo, reduciendo el riesgo de cortar las lombrices con la pala).

Luego se hace un surco en uno de los costados del cajón y allí se esparce la yerba usada, inmediatamente se tapa con una capa del mismo sustrato (humus), tierra o mulch, y se cubre con nailon. El alimento se les puede proporcionar semanal o quincenalmente, de forma que puedan alimentarse con el material ya parcialmente descompuesto. La proporción de yerba que se agrega debe ser menos de 25% del total del sustrato existente en el cajón, así se minimiza el estrés que puede producirles a las lombrices el exceso del material a procesar.

- Cuando el cajón está lleno se deja de alimentar y se espera que se procese, regándolo periódicamente de forma de mantenerlo húmedo. El humus estará pronto para ser cosechado después de treinta o sesenta días. Cuando está pronto, se procede a cosecharlo, curarlo, tamizarlo y envasarlo (ver sección 6: "Vermicompost, ¿Cuando está pronto?, Cosecha, curado. tamizado y envasado"), y se inicia otro ciclo de vermicompostaje con las lombrices recuperadas.

4.4. CONSIDERACIONES PARTICULARES EN FUNCIÓN DE LOS LUGARES DONDE SE INSTALARÁ LA VERMICOMPOSTERA

En función del lugar (escuela, hogar, club deportivo, etcétera) donde se quiera colocar la vermicompostera serán las posibilidades para seleccionar el espacio adecuado y la materia orgánica disponible. Las categorías que se establecen tendrán ligeras variantes y posibilidades en cuanto a practicidad e insumos. El recipiente contenedor debe estar alejado de la cocina y lugares donde se manipulen, procesen e ingieran alimentos.

4.4.1. A NIVEL URBANO.

Casas y apartamentos

En una casa con terraza o azotea, se puede buscar un espacio con alero de manera de evitar que se inunde la vermicompostera debido a lluvias. En una terraza hay que idear un sistema de cajones con drenajes.

En caso de no haber terraza ni azotea, también se puede tener una compostera, cuidando las cantidades de materia orgánica de forma de evitar olores, manejando cantidades que puedan procesarse rápidamente, y eligiendo un espacio tal como una balcón, lavadero, etcétera.

En el caso de casas con jardín, la presencia de espacios ventilados y disponer de materiales de poda y pasto serán factores a considerar para el diseño.

Cantinas, rotiserías, comedores y restaurantes.
En el caso de cantinas y comedores de centros educativos, el recurso yerba, té y café serán probablemente abundantes, sumado a cáscaras de frutas y restos vegetales.

En estos casos y dada la necesidad sanitaria de prevenir acumulación de plagas, habrá que contar con un espacio ventilado y alejado de donde se procesan los alimentos.

Instituciones públicas
En ellas suele haber gran consumo de mate, por lo que el recurso yerba será abundante, así como el de té, café y cáscaras de frutas.

4.4.2 ESTABLECIMIENTOS AGROPECUARIOS: CHACRAS, Y GRANJAS

En cuanto a los establecimientos agropecuarios, el vermicompostaje permite reciclar frutas y verduras que se hayan producido en exceso o marchitado, así como otros elementos que se disponga, como plumas (ricas en fósforo), podas, etcétera, por lo que la vermicompostera ha de respetar la escala necesaria.

El vermicompostaje en una granja permite alimentar las aves de corral con lombrices, como modo natural y complementario de su ración.

4.4.3 ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES DE PEQUEÑA ESCALA

También los establecimientos industriales de pequeña escala pueden manejar sus residuos orgánicos (frutas y verduras resultantes de la alimentación de quienes allí trabajan), utilizando el vermicompost resultante como sustrato para plantas (ornamentales u hortalizas) a fin de lograr un ambiente de trabajo más saludable y agradable.

5 ALIMENTACIÓN DE LA VERMICOMPOSTERA

5.1. CUÁL ES LA MATERIA ORGÁNICA VERMICOMPOSTABLE

En principio, en la vermicompostera la materia orgánica que puede colocarse son todos los residuos orgánicos, ya sea de origen vegetal, animal o estiércoles. Sin embargo, los restos de animales (carne, grasa, huesos, cuero, plumas, etcétera) son bastante complicados para compostar porque son difíciles para mantener bien aireados, producen fuertes olores, atraen moscas, animales domésticos, ratas, ratones e incluso carroñeros.

Por otra parte, los estiércoles de animales de granja (gallinas, conejos, caballos, vacas, porcinos) si bien pueden ser compostables y enriquecen al material obtenido, requieren cuidados y prevenciones para evitar el desarrollo de patógenos y parásitos, sobre todo cuando dentro del material pudieran producirse zonas de anaerobiosis, por lo cual en estos casos han de tomarse los recaudos necesarios, siendo recomendable que el manejo sea únicamente por personas adultas y con conocimiento estricto de los procedimientos adecuados de manera de evitar riesgos sanitarios.

Por estos motivos **sólo nos centraremos en el reciclaje de los residuos de origen vegetal**, utilizando estiércoles en zonas rurales y suburbanas, pero no cuando haya niños expuestos al contacto con el material en proceso, **y utilizando las medidas de protección recomendadas** (ver sección 8 del presente manual).

Según el lugar donde se instale la compostera (ver sección 4.4.), serán los materiales que podrán compostarse de manera de generar las condiciones de salubridad necesarias.

Los microorganismos que participan en los procesos de compostaje y vermicompostaje necesitan dos nutrientes principales para reproducirse y descomponer efectivamente el material: el carbono (C) y el nitrógeno (N). Estos nutrientes son parte de los residuos orgánicos, pero se-

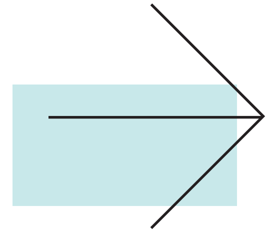
gún el tipo de residuo será la proporción de C y N que cada uno tenga.

UNA RELACIÓN ÓPTIMA DE C/N PARA FAVORECER LOS PROCESOS DE DESCOMPOSICIÓN DE LOS MICROORGANISMOS ES ENTRE 25 Y 40; ES DECIR, QUE POR CADA UNIDAD DE NITRÓGENO, DEBERÍA HABER ENTRE 25 A 40 UNIDADES DE CARBONO.

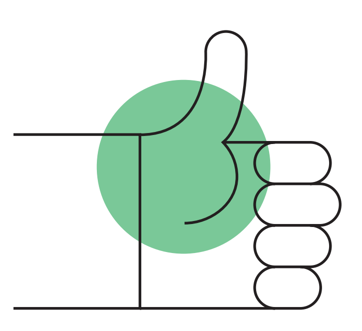
Algunos residuos, llamados marrones o secos, tienen una relación de C/N muy alta (>40), por lo que se consideran fuentes de carbono, por ejemplo paja, hojas secas, astillas y aserrín, y algunos tipos de papel y cartón sin tinta. Otros tienen una relación C/N baja (<40) por lo que se consideran fuentes de nitrógeno, principalmente los estiércoles, pero también los restos de hojas y tallos verdes y los restos de frutas y verduras, etcétera, a los que llamamos residuos verdes o húmedos.

En el cuadro siguiente se agrupan en la primera columna los materiales que aportan mayor proporción de nitrógeno ("verdes o húmedos"), y en la segunda columna, los que aportan mayor proporción de carbono ("marrones o secos").

Además, en ambas columnas hay materiales que se pueden colocar en mayor cantidad y otros en menor, dado que el exceso puede enlentecer el proceso porque demoran en descomponerse y en ser aceptados por las lombrices (por ejemplo, cáscaras de cítricos, ramas, carozos, etcétera).



SE PUEDE VERMICOMPOSTAR



VERDES O HÚMEDOS (más ricos en nitrógeno)

EN MAYOR CANTIDAD

Restos de frutas, verduras, cáscaras, restos de yerba, café e infusiones, bagazo o residuos de procesos de fermentación de bebidas en general o pulpa de fruta.

Pasto cortado, restos de podas, restos de plantas verdes, ramas (chipeadas y trituradas), hojas y flores frescas.

Harina de pescado o de sangre.

Hongos y setas, algas, líquenes y musgos.

Pelos, uñas y plumas.

Lanas e hilos naturales.

Miel, melaza, cera y propóleos.

EN MENOR CANTIDAD

Cebolla y ajo, ya que tienen sustancias repelentes para las lombrices.

Cáscaras y restos de cítricos, dado que acidifican mucho el medio, por debajo del nivel que toleran las lombrices.

Restos de alimentos procesados, granos de cereales (arroz, trigo,

SE PUEDE VERMICOMPOSTAR

MARRONES O SECOS (más ricos en carbono)

EN MAYOR CANTIDAD

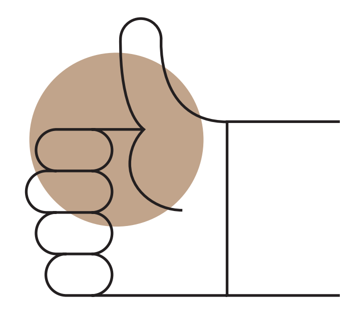
Ramas, pasto seco, restos de podas y de jardinería (triturados), flores, hojas secas y paja.

Papeles y cartones sin tintas (en trozos), cartón corrugado, fósforos usados y escarbadientes, hueveras de papel, cartón de pizza, tubos de papel higiénico y de cocina (en trozos pequeños), corchos naturales no plastificados.

Cáscaras de huevo (estrujadas para acelerar el proceso y de ser posible tostadas).

Aserrín, corteza y viruta de madera no tratada con productos químicos, restos de sacapuntas.

Se puede aumentar el volumen del sustrato si al humus y las lombrices se le agrega tierra, arena, o perlita (todos de origen mineral), lo cual permite tener la materia orgánica en proceso de vermicompostaje bien cubierta y mezclada. No obstante, al mezclar el compost con estos materiales deja de ser puro ya que además de la materia orgánica hay componentes de origen mineral, no orgánico.



EN MENOR CANTIDAD

Cáscara de frutos secos (maní, nuez, almendra, avellana), semillas y carozos de frutas, ya que demoran mucho en descomponerse o pueden germinar.

Cenizas de papel o maderas no tratados químicamente (en poca cantidad para no secarlas).

QUÉ NO VA EN LA VERMICOMPOSTERA

Derivados de animales (carnes, productos lácteos, huesos, grasa, pieles, sangre, comida con carnes).

Grandes cantidades de cítricos, porque acidifican mucho el medio, ni grandes cantidades de cebolla, porque resulta repelente para las lombrices (estos residuos pueden ir mezclados y en cantidades pequeñas).

Aceite de cocina y grasas.

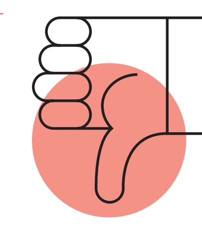
Restos de alimentos procesados que contengan alguno de los componentes que no van en la compostera (aceites, carnes, tortillas, ensaladas, panificados, pastas, etcétera).

Tarjetas, papeles o cartones brillantes e impresos con tintas (revistas satinadas, tarjetas, cajas con colores, impresiones, papel de regalo, hojas resaltadas, catálogos, libros, papel metalizado, sobres impresos) y nailon.

Envases de tetra-brick.

Tejidos y materiales sintéticos, y cualquier sustancia que no sea orgánica.

Plantas tratadas con agrotóxicos, plantas venenosas o alergénicas (por ejemplo, aruera). Plantas tóxicas (como hojas de eucaliptos, de nogal y nueces) que impiden el crecimiento de otras plantas.



Maderas tratadas o aglomeradas, ceniza de carbón o de madera tratada, aserrín de madera tratada o aglomerado, colillas o cenizas de cigarrillos, restos de barrido o de aspiradora, restos de productos químicos o medicamentos de cualquier tipo, quitamanchas, productos abrasivos, productos químicos del jardín de la casa y cualquier sustancia tóxica.

Malezas con semillas, plantas enfermas (estas pueden ir en un compost, pero no en un vermicompost porque como no se eleva mucho la temperatura, no se garantiza que se neutralicen).

Heces de humanos, perros y gatos (para evitar la propagación de agentes que pueden ser patógenos para los humanos en los alimentos que se cultiven con el humus).

Piedras sanitarias para gatos usadas.

Pañales, tampones, toallitas, pañuelos usados, vendas, gasas que puedan contener agentes patógenos que es posible que transmitan enfermedades (el proceso de compostaje no los destruye totalmente).

ES IMPORTANTE PARA LA MANIPULACIÓN DEL MATERIAL, TOMAR MEDIDAS PARA EVITAR LA TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES BACTERIANAS O PARASITARIAS (COMO COLIFECALES, ENTRE OTROS). EL LUGAR DONDE SE UBIQUE LA VERMICOMPOSTERA DETERMINARÁ LA TECNOLOGÍA, LA MATERIA ORGÁNICA A COMPOSTAR Y EL MANEJO ADECUADO PARA CADA CASO.

5.2. CUIDADO Y ALIMENTACIÓN DE LAS LOMBRICES

Si están en su medio adecuado, las lombrices no tendrían por qué irse; pero si la temperatura, alimento, humedad o acidez no se ajustan a sus necesidades, se moverán, disminuirán su reproducción o morirán. Por eso es importante conocer cuáles son sus requerimientos y seguir las recomendaciones para su mejor cuidado.

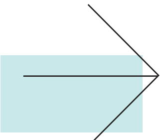
Requerimientos y recomendaciones para el mejor cuidado de las lombrices

- Brindarles como alimento los nutrientes adecuados, alimentándolas periódicamente con la materia orgánica recomendada y especificada en el punto 5.1., respetando en lo posible las relaciones C/N especificadas en el punto 5.3.

- Triturar o cortar la materia orgánica en trozos pequeños no es imprescindible, pero acelera el proceso.

- **Cubrir la vermicompostera** utilizando una tapa, nailon, tierra, podas, mulch o humus ya procesado, para mantener la **oscuridad necesaria y evitar olores**. Esto también es importante para mantener la humedad adecuada y evita que se anegue en caso de lluvia. Las lombrices respiran por la piel, por lo que es necesario que esta esté húmeda para que ocurra el intercambio de gases. Generalmente toman el oxígeno del aire, donde se encuentra en alta concentración. Pero si se inunda/anega el recipiente, tendrán que tomar el oxígeno del agua, donde la concentración es más baja y se reduce aún más por la respiración de todos los microorganismos aerobios presentes en el vermicompuesto en proceso. Por este motivo no es recomendable que se anegue el recipiente: genera condiciones anóxicas o de concentración muy baja de oxígeno.

- **La humedad óptima para las lombrices es entre 70% a 85%**. La humedad se observa al ver el material más oscuro y brillante, pero para mayor certeza se puede utilizar el test del puño, según el cuadro que sigue:



TEST DE PUÑO PARA MATERIAL DE LA VERMICOMPOSTERA CON HUMEDAD DE ENTRE EL 70 Y EL 85%

Se llena la mano con el material y se aprieta el puño.

Se abre el puño y se evalúa en función de lo que se observa:

EXCESO DE HUMEDAD: si el material se deforma totalmente y salen muchas gotas de agua.

HUMEDAD ÓPTIMA: si el material mantiene la forma y desprende entre ocho y diez gotas (80% de humedad).

DÉFICIT DE HUMEDAD: si el material se desgrana al abrir la mano







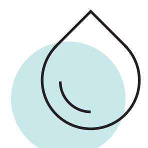


Fig. 29.
Test del puño que indica exceso de agua (1); contenido óptimo de agua (2) y déficit de agua (3). Foto: Unidad Demostrativa de Compostaje, Facultad de Agronomía.

- Regar el vermicompost si se encuentra seco y proteger de lluvias fuertes. En caso de sequedad rociar el material con agua. Si se inunda, realizar alguno de los siguientes manejos: dar vuelta el material para airearlo (preferentemente con pala de pinchos para minimizar el corte de lombrices), incorporar tierra seca, papel o cartón sin tintas, de **forma de quitar la humedad en exceso.** Es **importante** evitar que haya subzonas de anaerobiosis que pudieran ser causadas por los elevados contenidos de humedad o compactación del material.

- **Temperatura óptima de 20˚C a 29˚C** (aunque sobrevive a temperaturas de entre 5˚C y 40˚C).

- **PH óptimo es 7** (neutro: ni ácido, ni básico), aunque tolera un rango bastante amplio (5< pH <9). El valor del pH depende de la materia orgánica que se emplea y del tiempo de precompostado. Materiales más ácidos requerirán más tiempo de precompostado para neutralizar su pH.

- **Cuidar que la relación carbono/nitrógeno de la materia orgánica se encuentre en el rango entre 25-40** de manera de favorecer los procesos de descomposición, según las consideraciones que se hacen a continuación.

5.3. RELACIÓN CARBONO/NITRÓGENO ÓPTIMAS PARA EL PROCESO DE VERMICOMPOSTAJE

Tal como se especificó en la sección 5.1., **una relación óptima de C/N es entre 25 y 40**.

Esta proporción, junto con los requisitos de humedad, aireación, oscuridad, temperatura, etcétera, genera condiciones óptimas para el vermicompostaje, favoreciendo los diversos procesos que se hacen a través de los hongos, bacterias, **actinobacterias** y demás organismos que participan.

La composición y características del humus de lombriz tendrán variaciones en función de la materia orgánica utilizada en su elaboración, su relación carbono/nitrógeno (C/N) y su pH (acidez o alcalinidad). Otro factor a tener en cuenta es que cuanto menos agroquímicos posean los materiales compostados, el material resultante o vermicompost tendrá características más adecuadas para su uso en la **producción agroecológica**.

Cómo lograr una relación carbono/nitrógeno adecuada

Como vimos en la sección 5.1. hay residuos que aportan una proporción mayor de C/N y otros que aportan una menor respecto al necesario, por lo que para obtener la relación dentro del rango entre 25 y 40 es conveniente ver las proporciones de cada material que se coloca en la vermicompostera, para lograr así los valores que más favorecen los procesos del vermicompostaje.

Consideraciones:

- Si queremos compostar una fuente de carbono conviene mezclarlo con una fuente de nitrógeno para llegar a la relación óptima.
- Cuando utilizamos materiales con una relación C/N entre 25 y 40 no es necesario hacer mezclas.
- Los materiales con alto contenido de carbono deben mezclarse con materiales de alto contenido de nitrógeno, y viceversa.

Si la relación C/N es alta (>40), el proceso es más lento porque el nitrógeno es limitante para la actividad microbiana.

Si la relación C/N es muy baja (<25), puede ocurrir que el exceso de nitrógeno no logre acoplarse a la estructura bacteriana, volatilizándose normalmente en forma de amoníaco, produciendo malos olores. Esto se puede remediar utilizando proporciones adecuadas de materia orgánica para llegar a la relación recomendada cercana a 30/1.



Con estas tablas se puede saber si los materiales para compostar están dentro del rango óptimo para comenzar el proceso de descomposición o si se debe completar con más materiales “verdes” o “marrones”. No obstante, para hacer el cálculo exacto de cuánto agregar de cada tipo de material es necesario contar con la información adicional del porcentaje de carbono, lo cual trasciende el objetivo de este manual.

Relación **carbono/nitrógeno** de materiales para ser usados en el vermicompost:

CARACTERÍSTICAS	MATERIAL	C:N (RANGO)	
		MENOR	MAYOR
VERDES: ALTA VELOCIDAD DE DESCOMPOSICIÓN, RICOS EN NITRÓGENO, FAVORECEN LA PRODUCCIÓN DE PROTEÍNA DE LOS MICRORGANISMOS.	Humus	10	
	Pelo / piel	10	
	Recortes / restos de vegetales, malezas frescas	11	25
	Alfalfa	12	
	Yerba (residuo)	12	
	Granos de café	14	25
	Desperdicios de cocina	15	
	Recortes de césped	17	25
	Algas marinas	19	
	Trébol	23	
	Residuos de fruta	25	49
	Cenizas de madera	25	
RELACIÓN EQUILIBRADA	Restos de jardín	30	35
	Hojas	35	40
	Cáscaras de nuez	35	
	Compost de hongos	40	
MARRONES: BAJA VELOCIDAD DE DESCOMPOSICIÓN, APORTAN CARBONO, COMPONENTE DE LA BIOMASA MICROBIANA Y FUENTE DE ENERGÍA PARA LOS MICROORGANISMOS.	Periódico	50	200
	Mazorcas de maíz	56	123
	Tallos de maíz	60	73
	Hojas de pino	60	100
	Paja / heno	75	100
	Paja de trigo	100	150
	Toallas de papel	110	
	Papel de oficina	129	
	Corteza (madera blanda)	131	1285
	Aserrín (degradado) tres años	142	
	Papel	170	
	Astillas de madera (madera blanda)	226	
	Cartón (triturado)	350	
	Cartulina	378	
	Aserrín (fresco)	500	600
	Ramitas (pequeñas)	500	
	Cartón (corrugado)	563	
	Astillas de madera y ramitas	700	

Adaptado de Carry on Composting.
The Carbon: Nitrogen Ratio in Composting
(http://www.carryoncomposting.com/)
y Torrendel, Useta y Pelerino (2008).

6 VERMICOMPSOT: ¿CUÁNDO ESTÁ PRONTO?. COSECHA, CURADO, TAMIZADO Y ENVASADO

COSECHA

La cosecha del humus de lombriz consiste en la separación del humus o vermicompost por un lado, y de las lombrices por otro.

El abono está pronto para ser cosechado cuando tiene color oscuro y uniforme, está muy suelto y esponjoso, tiene un olor agradable similar al mantillo de monte y no se reconocen los materiales que se colocaron. Visualmente se verifica que no queden restos visibles de materia orgánica.

Esto puede tardar de tres a cuatro meses, dependiendo de las características de los materiales (tipo y tamaño), población de lombrices, condiciones de aireación y humedad en que ocurrió el proceso. En ese momento está listo el material para ser cosechado.

Una vez que está pronto, se mantiene el material con mínima humedad y sin agregar más materia orgánica. Ante la carencia de agua y alimento, las lombrices tenderán a migrar hacia las trampas –según se especifica a continuación– o hacia zonas más húmedas y con alimento.

De los posibles **procedimientos para la cosecha,** elegir el que resulte más práctico a cada persona:

Primera opción. Algunas composteras están diseñadas con cajones y rejillas, de manera que el material procesado y seco cae en la parte inferior desde donde se extrae el humus ya pronto. A medida que las lombrices se quedan sin alimento y sin humedad van subiendo hacia el material fresco (nuevo).

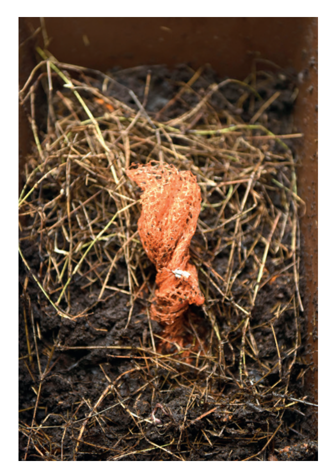
Segunda opción. Cubrir el material de la vermicompostera con una arpillera mojada (o malla semisombra) sobre la cual se coloca la materia orgánica fresca, lo que atrae a las lombrices para que suban y abandonen el material en donde ya no tienen alimento fresco, que será más tarde el vermicompost pronto para ser cosechado.

Tercera opción. Colocar trampas: en una bolsa de red o malla calada de las que vienen las verduras y frutas se coloca materia orgánica húmeda para atraer a las lombrices.

Fig. 30. Cosecha de humus de lombriz.
Foto: Unidad Demostrativa de Compostaje, Facultad de Agronomía.







Esta bolsa se semientierra dejando la boca anudada o torneada, de manera que esté visible para sacarlas con facilidad.

Al cabo de una semana o dos, las lombrices son atraídas por el contenido de la bolsa y, al retirarla, se deben trasladar a otra vermicompostera en la que se agrega materia orgánica para vermicompostar. Se repite el procedimiento tres semanas o hasta que el humus no tenga más lombrices.

Posteriormente, cuando se tamice por medio de una zaranda y por método manual, se pueden separar las lombrices que hayan quedado (ver "**Secado, tamizado, envasado"**).

LAS LOMBRICES SEPARADAS SE COLOCAN NUEVAMENTE EN LA VERMICOMPOSTERA O PUEDEN COMPARTIRSE CON TERCEROS.

CURADO

El curado consiste en un período final de estabilización de uno a dos meses, durante el cual también se procura la **eliminación de semillas presentes** en el humus de lombriz, ya que muchas pueden mantener su viabilidad. Este paso puede realizarse o no según el gusto de cada uno (si es para uso personal, quizás no haya demasiado problema si germina algún tomate). Para el curado se esparce el humus en una superficie lisa y se riega, de manera que germinen las semillas que pueda haber, y así se extrae manualmente el brote; luego de retirados los brotes se colecta para secar y tamizar. También se puede realizar una pila y se va colectando el humus superficial por etapas, a medida que se retiran las semillas germinadas de la superficie.

SECADO, TAMIZADO, ENVASADO

Finalmente, se extiende el compost para que pierda un poco la humedad (llegando a un 50%), y se tamiza a fin de extraer los materiales que pudieran no haberse procesado, así como restos de materia orgánica que no se haya descompuesto, como carozos, ramas, etcétera.

Envasarlo o usarlo directamente también depende de si se produce para uso propio o para terceros. Al envasarlo, dejar aireación en la bolsa para mantener el sustrato con organismos vivos.

RENDIMIENTO

Los residuos orgánicos vermicompostados se reducen aproximadamente a la mitad en volumen durante el proceso. De un cantero de un metro de ancho por tres de largo, cada seis meses se puede obtener alrededor de 400 kilos de abono de lombriz, que es suficiente para abonar de 300 a 400 metros cuadrados de huerta.

Como las lombrices rojas tienen la particularidad de reproducirse activamente, la población se duplica cada tres meses.

EL HUMUS COSECHADO PUEDE UTILIZARSE COMO FERTILIZANTE O PURO PARA ALMACIGUERAS, Y LAS LOMBRICES VOLCARSE NUEVAMENTE EN LA VERMICOMPOSTERA. EN CASO DE TENER AVES, PUEDE PERMITIRSE QUE ACCEDAN A LAS LOMBRICES PARA ALIMENTARSE.

7 CÓMO MANTENER UN AMBIENTE SANO, SEGURO, Y AGRADABLE

Los puntos que se tratan a continuación son a efecto de evitar o solucionar posibles problemas en el compostaje (minimizar efectos negativos como olores y moscas, entre otros inconvenientes). Se resalta la idea de que al acelerar el proceso de descomposición, se evita que se acumule materia orgánica en descomposición, obteniendo procesos más rápidos y eficientes.

7.1. CÓMO EVITAR LA PRESENCIA DE PLAGAS Y EL MAL OLOR

Es necesario permitir la ventilación (salida de gases y oxigenación para los procesos aeróbicos de descomposición y la respiración de las lombrices) y, a la vez, generar barreras para la entrada de gatos, perros, roedores, cucarachas y moscas a la compostera y vermicompostera.

Recomendaciones:

- Utilizar o diseñar recipientes con cierto grado de hermeticidad que impidan el acceso de plagas y/o animales pero que permitan la ventilación. Se pueden agregar **ductos de ventilación**, direccionados convenientemente de manera de expulsar los olores hacia el exterior. A la salida del ducto colocar una rejilla o tejido de mosquitero, para evitar que ingresen insectos u otros animales.
- Cubrir los espacios abiertos de la compostera y vermicompostera con tejido de mosquitero para evitar entrada de roedores y moscas.
- Si por algún motivo se inunda la vermicompostera, se airea el material dándolo vuelta con una pala de pinchos, o mezclar con tierra seca, papel o cartón sin tintas, de forma de quitar la humedad innecesaria.
- En caso de sequedad extrema de la vermicompostera, pulverizar con agua sin excederse y cubrir con mulch o nailon.

7.2. CÓMO ACELERAR EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN

1 Cuanto menor tamaño tenga la materia orgánica que agregamos, su descomposición será más rápida.

2 Utilizar la materia orgánica recomendada por su rápida descomposición (vegetales en trozos pequeños, yerba), evitar grasas, carnes y grandes cantidades de cítricos; y mantener una relación carbono/nitrógeno adecuada (ver sección 7.5.).

3 Para ramas y restos de poda, por su elevada relación C/N es recomendable reducir su tamaño (mediante chipeado) para acelerar su descomposición.

4 Es posible utilizar **aditivos microbiológicos como :**

i. Preparados que contengan microorganismos eficientes (**Microorganismos Eficientes Nativos**, MEN[5]).

ii. Fermentos o levaduras.

Estas recomendaciones aceleran el proceso de descomposición de la materia orgánica en vermicompost, evitando olores y atracción de plagas.

5 Cooperativa vinculada a la escuela N° 319 en Casavalle los produce para la venta, en el marco del Proyecto Agua Ambiental.



Fig. 31.
Lombrices de una vermicompostera de un cajón. FOTO: Martín Atme, Depto. de Comunicaciones de la IM.

8 PREVENCIÓN EN CUANTO A SALUBRIDAD Y MANIPULACIÓN

MÁS VALE PREVENIR QUE CURAR

A nivel domiciliario/urbano se recomienda siempre evitar los procesos anaeróbicos (ver glosario), favoreciendo la oxigenación del proceso del material que se está vermicompostando.

Tampoco se debe incluir en el material a vermicompostar, estiércoles, lácteos, ni productos cárnicos porque pueden desarrollar microorganismos patógenos y atraer plagas.

En todos los casos es importante tomar medidas para evitar contagiarse de enfermedades bacterianas o parasitarias.

Si en el proceso se observa que se presentan condiciones anaeróbicas, que están asociadas a compactación o anegamiento de determinadas zonas, hay que tomar medidas de manera de oxigenar: voltear el material y utilizar elementos de protección (guantes).

Por eso siempre se debe trabajar con GUANTES, BOTAS DE GOMA y, de ser posible, con máscara.

NO SE DEBE FUMAR o TOMAR MATE mientras se trabaja en el cantero y hay que acordarse de LAVARSE LAS MANOS siempre al finalizar el trabajo y antes de comer.

Remitirse a las normativas EPI (ver glosario) puede aportar mayor información.

9 OTRAS CONSIDERACIONES DE INTERÉS

9.1. SEMEJANZAS Y DIFERENCIAS ENTRE VERMICOMPOST Y COMPOST

En los procesos de compostaje y vermicompostaje se intenta imitar el reciclaje que ocurre en la naturaleza.

El concepto de vermicompost ya se explicó ampliamente en el presente manual, el de compost se explicita a continuación.

El **compost** es el resultado de un proceso biológico controlado de descomposición de la materia orgánica de origen animal o vegetal en condiciones aeróbicas, debido a interacciones entre diversos organismos aeróbicos (bacterias, hongos, protozoarios, etcétera). El compost es un producto que ha sido estabilizado y sanitizado[6], rico en nutrientes y sustancias, que se puede aplicar a los sustratos para mejorar sus características químicas, físicas y biológicas. Mejora los rendimientos y sanidad de los cultivos, sin causar riesgos al medio ambiente.

Semejanzas:

- Ambos son procesos controlados de descomposición de la materia orgánica en presencia de oxígeno. Durante el proceso ocurre: **mineralización de los componentes orgánicos y estabilización de la materia orgánica**, obteniéndose: compost y vermicompost, los cuales contienen **nutrientes biodisponibles** que pueden ser absorbidos por los cultivos.

- Ambos procesos ocurren en condiciones aeróbicas, en las bacterias, hongos y actinobacterias actúan como agentes de la transformación. Contienen importantes cantidades de materia orgánica y nutrientes fundamentales para las plantas.

6 Se eliminaron organismos patógenos, larvas de insectos, parásitos intestinales y semillas de malezas.

- Ambos productos no sólo agregan sustancias que sirven de alimento a las plantas, sino que, además, aumentan la porosidad del suelo y, con ello, su permeabilidad, lo que favorece la retención de agua, facilitando la penetración de las raíces y la vida de microorganismos y pequeños animales.

Diferencias:

- En el compostaje solamente actúan microorganismos, mientras que en el vermicompostaje también intervienen lombrices.

- En el vermicompostaje, las lombrices, junto con los **organismos mesófilos**, se encargan del proceso, manteniéndose la temperatura relativamente constante con un óptimo en 25ºC; mientras que en el compostaje actúan **organismos mesófilos y termófilos, ya que** se produce en varias etapas, una de las cuales levanta la temperatura entre los 50ºC y 70ºC (etapa termófila), bajando luego a temperatura ambiente (etapa mesófila). La etapa termófila es la que permite la sanitización. Si la pila de compost se voltea puede ocurrir otra etapa termófila, siempre y cuando quede material sin estabilizar.

- En el vermicompostaje la actividad de las lombrices mezcla el sustrato y mejora la oxigenación de la mezcla, evitando que haya zonas de anaerobiosis, mientras que en el compostaje es necesario voltear repetidamente el sustrato para homogeneizar el proceso.

- Debido a las altas temperaturas que se presentan en el proceso de **compostaje,** se produce la pasteurización de los patógenos peligrosos, como *Clostridium tetani*, *Salmonella, Escherichia coli*, entre otros, que pudieran aparecer en zonas de anaerobiosis. Además, con estas temperaturas, las semillas quedan inviables. En el **vermicompostaje**, si bien no se alcanzan

temperaturas elevadas como para que haya pasteurización, el procesamiento de la materia orgánica por parte de las lombrices en su tracto digestivo reduce la presencia de patógenos, y la alta oxigenación del material orgánico permite obtener un material apropiado para su uso en huertas y jardines.

- Si bien el compost y vermicompost son complejos orgánicos resultado de la degradación, oxidación y estabilización de la materia orgánica, como los procesos son esencialmente distintos se han encontrado características diferentes a nivel químico, microbiano y, en algunos casos, en efectos sobre las plantas.

9.2. DIFERENCIA ENTRE VERMICOMPOSTAJE Y FERMENTACIÓN

El vermicompostaje es un proceso aeróbico; existen otros procesos de descomposición de la materia orgánica, como los biodigestores, en los que el proceso es anaeróbico. En los procesos anaeróbicos hay gran producción de gas metano que puede ser captado y quemado como combustible; la quema permite reducir entre veinte y treinta veces su efecto negativo como gas de efecto invernadero.

10 CONCLUSIONES Y PROSPECTIVA

En este manual, en forma sencilla se han explicado conceptos, conocimientos y técnicas sobre el funcionamiento del proceso de vermicompostaje, los pasos para implementarlo y mantenerlo en marcha, así como diferentes modelos de vermicomposteras de forma de abarcar diferentes realidades y respetar los requerimientos básicos de las lombrices.

La intención que atravesó a quienes trabajamos en este manual fue que se puedan comprender los criterios, de manera que cada persona pueda tomar decisiones de manejo y diseño acorde a sus posibilidades y preferencias, entendiendo que no hay un modo único de hacerlo. Proponemos apostar a seguir desarrollando la creatividad y experimentación, adecuando nuevos diseños de vermicomposteras a las necesidades de cada caso.

Esperamos que las pautas aquí transmitidas permitan la puesta en práctica del vermicompostaje sin mayores inconvenientes, y en caso de querer profundizar, sugerimos remitirse a la bibliografía recomendada.

Reciclando los residuos orgánicos generados en nuestro hogar, centro de estudio, trabajo o actividad social, podemos aportar nuestro granito de arena en una actividad que nos beneficia en varios niveles y aspectos. **A nivel de sociedad**: cerrando ciclos, reduciendo el volumen de residuos generados por nuestro barrio, ciudad, país, creando abono natural y promoviendo cultivos sanos; **a nivel individual**, por los beneficios y potencialidades que brindan los subproductos del abono orgánico estabilizado y las lombrices que se obtienen, pudiendo utilizarlos para producir nuevos ciclos de vida mediante el cultivo orgánico (natural) de alimentos, condimentos, plantas aromáticas y ornamentales, o lo que se quiera cultivar, generando nuevos ciclos naturales de germinación, cosecha y vermicompostaje.

11

GLOSARIO

- **Abono o fertilizante orgánico**
  Son sustancias de origen natural (animal o vegetal) útiles como fertilizantes y acondicionadores de suelos, alimentando tanto a estos como a las plantas. Los fertilizantes químicos solubles contienen sales minerales que las raíces de las plantas pueden absorber rápidamente, sin embargo no proporcionan una fuente de alimento y energía para los microorganismos del suelo y otros seres vivos como las lombrices de tierra. En esta interacción con los seres vivos del suelo, los abonos orgánicos ayudan a construir un suelo de calidad.

  Cuando sustancias orgánicas se procesan en el compost, se obtiene un producto final (compost) que es un material estabilizado y mineralizado, con gran cantidad de micro y macronutrientes, que puede ser utilizado como fertilizante orgánico, bioabono o mejorador de suelos.

- **Actinomicetos.** Organismos unicelulares, con el tamaño de una bacteria, no tienen membrana celular pero son filamentosos como los hongos. Son aerobios y saprófitos. Prefieren suelos bien aireados, con un rango de pH entre 6 y 7 y alto contenido de humus. Son más numerosos que todos los otros organismos del suelo. Son importantes en la descomposición de la materia orgánica por ser capaces de descomponer celulosa, quitina y fosfolípidos. Producen una sustancia llamada geosmina, que es la responsable del olor a suelo húmedo.

- **Agroecología.** Ciencia que reúne los aportes de distintas disciplinas científicas ecológicas y sociales, integrando y aplicando el conocimiento tradicional y prácticas culturales de agricultores para diseñar y manejar agroecosistemas productivos, diversificados y resilientes, con el objetivo de alcanzar la soberanía alimentaria y la justicia social.

- **Agricultura ecológica.** Consiste en una agricultura que promueve la salud de suelo, plantas, animales, personas y del planeta. Se basa en ciclos y sistemas ecológicos y de la vida, en relaciones de equidad con el ambiente y con las personas. Se gestiona con precaución para no afectar el ambiente y las generaciones presentes y futuras. No utiliza plaguicidas o fertilizantes de síntesis química ni semillas transgénicas.

- **Anaerobiosis.** Capacidad que poseen algunos organismos, como hongos, bacterias, parásitos, para vivir sin oxígeno molecular libre. Anaerobiosis es sinónimo de vida en ausencia de oxígeno libre. Es lo contrario de aerobiosis.

- **Biodigestor.** Es un dispositivo anaeróbico de captura de biogás (gas metano), que permite aprovechar el poder calorífico de este mediante su quema. La quema permite reducir su potencial como gas de efecto invernadero en un factor de 30 al transformarlo en anhídrido carbónico (CO2 potencial de efecto invernadero de 1, comparado con el del gas metano de valor 30).

- **Biomasa microbiana del suelo.** Se considera a la parte viva de la materia orgánica del suelo, excluyendo las raíces de las plantas y los animales de mayor tamaño que las amebas mayores. Usualmente representa entre el uno y el cuatro por ciento del carbono orgánico del suelo. A pesar de representar una pequeña parte de la materia orgánica del suelo, la biomasa microbiana participa de forma muy activa en la descomposición de la materia orgánica muerta que ingresa al suelo (hojarasca, restos de animales o plantas). Además es una fuente de nutrientes para las plantas, actuando en los procesos de mineralización, y juega un papel fundamental en la formación de la estructura del suelo y su estabilización. Se la utiliza como un indicador sensible a los cambios ambientales.

- **EPI.** Equipo de protección individual: cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para protegerse de uno o varios riesgos que amenacen su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio.

- **Fotofobia.** Intolerancia a la luz. Los rayos UV matan a las lombrices en pocos minutos, por lo que estas son fotófobas. Poseen unas células especiales colocadas a lo largo de su cuerpo, que les avisan de la presencia de luz y les permiten huir en dirección contraria.

- **Gases de efecto invernadero (G.E.I.).** Los gases de efecto invernadero son los componentes gaseosos de la atmósfera, de origen natural y antropogénicos (originados por la actividad humana), que absorben y emiten radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja térmica emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera misma y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero. Los principales gases de efecto invernadero son: vapor de agua (H2O), dióxido de carbono (CO2), óxido nitroso (N2O), metano (CH4) y ozono (O3).

- **Lixiviado.** Líquido residual o que se filtra desde el compost, generalmente de color oscuro. Este líquido contiene materia orgánica en descomposición, sales y microorganismos. No está estabilizado como sí lo está el vermicompost pronto o el té de compost.

- **Materia orgánica estabilizada.** Son compuestos orgánicos formados durante el proceso de compostaje y vermicompostaje, cuya tasa de degradación es muy lenta.

- **Microbiota del suelo.** Es la biota compuesta por los microorganismos del suelo.

- **Microorganismos eficientes nativos (M.E.N.).** Microrganismos pertenecientes a grupos de bacterias fototróficas, ácido lácticas y hongos de la familia de las levaduras, entre otros. Los microorganismos compiten entre sí por la materia orgánica y otras sustancias. (En Montevideo, la Escuela 319 de Casavalle desarrolló un proceso educativo sobre los MEN. De esa experiencia surgió una cooperativa que los produce y distribuye).

- **Mineralización de los componentes orgánico**s. Degradación de la materia orgánica hacia sustancias inorgánicas más simples, como sales minerales necesarias para el desarrollo vegetal.

- **Mulch.** Acolchado o mantillo. En agricultura y jardinería se refiere a la cobertura del suelo por sustancias naturales (paja, pasto, viruta,

cáscara de arroz, compost, entre otras) o artificiales (papel o plástico) para evitar la emergencia de malezas, regular la temperatura del suelo y mantener la humedad.

- **Orgánico.** "Un compuesto orgánico es una sustancia que contiene carbono e hidrógeno y, habitualmente, otros elementos como nitrógeno, azufre y oxígeno. Los compuestos orgánicos se pueden encontrar en el medio natural o sintetizarse en laboratorio. La expresión "sustancia orgánica" no equivale a sustancia natural. **Decir que una sustancia es natural significa que es esencialmente igual que la encontrada en la naturaleza**. Sin embargo, orgánico significa que está formado por carbono". (Definición de la FAO).

- **Patógeno.** Agente que puede originar y desarrollar una enfermedad. La aplicación de residuos orgánicos sin tratar o tratados inadecuadamente representa un peligro para el medio ambiente y para la salud pública, debido al movimiento y supervivencia en el suelo de bacterias patógenas presentes en estos biofertilizantes: Salmonella, Shigella, Campylobacter, Vibrio cholerae, E. coli. Las temperaturas altas, la presencia de oxígeno y el tiempo son factores que reducen la cantidad de patógenos en el compost. Un compost maduro no debe contener patógenos.

- **Reciclar**. "Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar". (Definición de la R.A.E.). Estos procesos implican la descomposición del material y una transformación a nivel fisico-químico, por lo cual el reciclaje y el reuso son cuestiones diferentes; cuando el material se reusa, cambia de uso pero no cambia su estructura interna. En el caso del compostaje y vermicompostaje el proceso de reciclar la materia orgánica implica su descomposición y transformación, obteniendo el compost y el vermicompost, los cuales pueden volver a utilizarse como sustratos, por lo tanto es un caso de reciclaje.

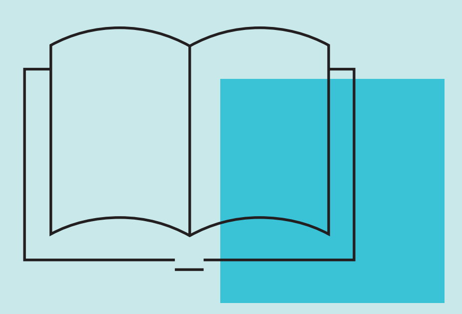
- **Reciclaje de nutrientes:** Ciclo en el que los nutrientes orgánicos e inorgánicos se transforman y se mueven en el suelo, los organismos vivos, la atmósfera y el agua. En la agricultura, se refiere al retorno al suelo de los nutrientes absorbidos por las plantas. El reciclaje de nutrientes puede producirse por medio de la caída de hojas, la exudación (secreción) de las raíces, el reciclaje de residuos, la

incorporación de abonos verdes, etcétera. (Definicion de la FAO).

- **Solarización.** La solarización es la cobertura hermética del suelo, previamente humedecido con polietileno transparente ultravioleta (UV) durante un tiempo variable. Mediante la captura de energía solar se aumenta la temperatura del suelo, perjudicando las semillas de malezas anuales y patógenos que provocan enfermedades a los cultivos.

- **Sustrato**. La función de los sustratos de cultivo es sustituir al suelo, permitiendo el anclaje y adecuado crecimiento del sistema radicular de las plantas. Son comúnmente utilizados en viveros hortícolas o de plantas ornamentales.

- **Vermicompostera**. Contenedor donde se produce el proceso del vermicompostaje.



12

FUENTES DE INFORMACIÓN

12.1. BIBLIOGRAFÍA Y LINKS CONSULTADOS

- Mirabelli, E. (2008). *El compostaje proyectado a la lombricultura*. Editorial Hemisferio Sur S. A., Buenos Aires. Argentina. 324 pp.

- Schuldt M. (2001). *Lombricultura*. Editorial Imprelyf, La Plata. Argentina. 135 pp.

- Solari, Jorge (2015), *Educando para un mundo no descartable. Todo se transforma* (Iniciativa conjunta de Secretaria para la Discapacidad de IM, y Centro Uruguay Independiente).

- http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/34. Torrendel, María; Useta, Gonzalo; Pelerino, Flavio. *La yerba no es basura: lombricultura y producción de vermicompost a partir de residuos de yerba mate en Uruguay.*

- www.fao.org/3/a-i3388s.pdf.
  Manual de *compostaje* del *agricultor*. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

- https://www.tierra.org/.
  Amigos de la Tierra España, es un movimientos de ecologismo social, que reclama justicia medioambiental, económica, social y climática, coordinando con movimientos sociales y campesinos.

- https://www.tierra.org/el-compostaje-receta-para-reducir-la-huella-de-carbono/ Amigos de la Tierra España. *El compostaje: receta para reducir la huella de carbono*

- http://www.fagro.edu.uy/huerta/index.php/alimentos-en-la-huerta. Zoppolo, Roberto; Faroppa, Stella, Bellenda, Beatriz, García, Margarita. (2008) Alimentos en la huerta. Guía para la producción y consumo saludable.

- www.uc.org.uy.
Centro Uruguay Independiente (CUI).

- https://www.facebook.com/ColectivoUruguayBasuraCero/
Colectivo Basura Cero

- http://www.fagro.edu.uy/index.php/udc. Facultad de Agronomía de la Udelar. Unidad demostrativa de Compostaje (UDC).

- https://www.facebook.com/UDCompostaje/Facultad de Agronomía de la Udelar. Unidad demostrativa de Compostaje (UDC).

- http://www.fagro.edu.uy/huerta/
Facultad de Agronomía UdelaR. Programa Huertas en Centros Educativos.

- https://www.facebook.com/LombrizUrbana/ . Lombriz Urbana

- http://municipiod.montevideo.gub.uy/node/757, https://www.youtube.com/watch?v=tvKR0GTPlfY. Planta Tresor.

- https://www.youtube.com/watch?v=_SfxYPe1gLM.
Producción Nacional (2010) Tratamiento de residuos - Compost y biogás (Parte 1)

- http://www.redcompostaje.org.ar/informacion.
Red de Compostaje. Argentina

LINKS USADOS PARA EL GLOSARIO

- http://www.fao.org/tc/exact/sustainable-agriculture-platform-pilot-website/nutrients-and-soil-fertility-management/organic-fertilizers-including-manure-and-compost/en FAO-Comida y Agricultura
- http://biovalor.gub.uy/documents/20182/32677/Compostaje2.pdf/f21c800a-fa54-4c1d-8423-2595047fb81f.
  Proyecto BioValor
- http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Organismos%20del%20suelo.pdf. El suelo como habitat. Organismos vivos del suelo.
- https://procesosbio.wikispaces.com/file/view/BIOMASA+BACTERIANA.pdf . Dinámica de la biomasa microbiana (C y N) en un suelo de la península de Paraguaná tratado con residuos orgánicos

12.2. ENTREVISTAS REALIZADAS PARA RECABAR INFORMACIÓN

- Alex Pelerino, del Centro Uruguay Independiente (CUI).
- Jorge Solari, del Centro Uruguay Independiente (CUI).
- Lucía Curti, Espacio Lombriz Urbana, criadero experimental. Directora y educadora ambiental, especializada en compostaje.

